

MAGYAR

Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1972. XIII. ÉVFOLYAM, 3. SZÁM

MAGYAR GEOFIZIKA
a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE folyóirata

XIII. évfolyam

3. szám

Szerkesztőség

Magyar Geofizikusok Egyesülete
Budapest V., Szabadság tér 17.
Telefon: 118-476

Felelős szerkesztő

Dr. SEBESTYÉN KÁROLY

TARTALOMJEGYZÉK

Szerkesztő bizottság

CZEGLÉDI ISTVÁN
Dr. POSGAY KÁROLY
RÁDLER BÉLA
Dr. RENNER JÁNOS

Felelős kiadó

SALA SÁNDOR
igazgató

<i>M. Trombik—V. Zuberek:</i> Geofizikai módszerek alkalmazása egyes szénföldtani feladatok megoldására és a kutatás ezekkel kapcsolatos automatizációs problémái	65
<i>Varga János:</i> Gamma-karottázs adatok fúróluk-átmérő-, fúróoldat- és közetsűrűség-figyelembevevő értelmezése számítógép felhasználásával	72
<i>Morvai László—Viola Balázs:</i> A szelektív gamma-gamma eljárás alkalmazása ércutató fúrásokban	84
<i>M. Uhlmann—G. Krompholz—G. Seifert—J. Pelzel:</i> Automatikus ultrahangos fúrólukszonda	90
<i>J. Sefara:</i> A függőleges sűrűségi határfelületek interpretálása a nehézségi anomáliák térképéből, digitális számítógép segítségével	96
<i>Haáz István:</i> Gravitációs és földmágneses anomáliák háromdimenziós értelmezése	104
<i>Hegymegi László—Varga Péter:</i> Digitális földi árapály-regisztráló állomás	112
<i>Meskó Attila—Szulyovszky Imre:</i> Frekvencia- idő és z-tartományban végzett sávszűrés összehasonlítása	116
<i>W. A. Heiskanen:</i> Tudományos dolgozatainak válogatott bibliográfiája	126
Könyv- és lapszemle	71, 89, 111, 115
EGYESÜLETI HÍREK	123, 125

Index: 26 507

MAGYAR GEOFIZIKA

Felelős szerkesztő: Dr. Sebestyén Károly

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9-11., Telefon: 221-293

Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató

Terjeszti: MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Megjelenik évente hatszor

Megrendelhető egész évre 60,- Ft előfizetési áron, mely összeg a MTESZ 232-90171-2494 csekk számlájára fizetendő be. Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

72.433. Állami Nyomda, Budapest

Geofizikai módszerek alkalmazása egyes szénföldtani feladatok megoldására és a kutatás ezekkel kapcsolatos automatizációs problémái

MIROSLAV TROMBIK – VACLAV ZUBEREK

Az utóbbi időben gyakran merül fel annak szükségessége, hogy a geofizikát közvetlenül a föld alatt folyó kutatásokban használjuk fel. Olykor gyorsan kell megoldani a bányalég, főteomlás, hirtelen szén- és gázkitörés veszélyével kapcsolatos problémákat és mérni kell a bányanyomást közvetlenül a bányavágatok közelében. Nem kevésbé fontos probléma a vetők, vízbetörési veszély stb. előzetes kimutatása.

A bányabeli kutatásokhoz számos kérdést kell megoldani műszer- és módszertani vonalon. Az előadás ismerteti azokat a geofizikai módszereket, amelyeket a Bányászati Főintézet alkalmaz (LNK, Kattowice) e kérdések megoldásakor.

В последнее время часто возникает необходимость применения геофизики непосредственно в исследованиях, проводимых под землей. Иногда необходимо быстро решить проблемы, связанные с опасностью зорных ударов, обрушений кровли, внезапных выбросов угля и газа, а также связанные с этим измерения горного давления непосредственно вблизи горных выработок. Не менее важной проблемой является преждевременное обнаружение сбросов и опасности воды и ряд других.

Проведение исследований в шахтных условиях требует решения ряда вопросов, связанных с приспособлениями аппаратуры и измерительно-учетной методики. В докладе излагаются геофизические методы, применяемые Главным институтом горного дела (ПНР – г. Катовице) при решении этих вопросов.

Особое внимание обращается сейсмоакустическим и седсмологическим методам и аппаратуре, применяемой для борьбы с горными ударами. Применение вышеуказанных методов непосредственно в шахтах, обуславливается необходимостью немедленного получения результатов исследований. Это требует автоматизации процесса обработки данных. В докладе представляются главные направления автоматизации сейсмоакустических и сейсмологических исследований в горном деле.

In letzter Zeit kommt sehr häufig die Notwendigkeit einer unmittelbaren Anwendung der Geophysik in den Forschungen untertage auf. In vielen Fällen müssen wir schnell die mit dem Gefahr des Schlagwetters, Firstenbruchs und plötzlichen Kohle- oder Gasausbruchs zusammenhängenden Probleme lösen und den Grubendruck in der Nähe der Grubenstrecken messen. Nicht weniger wichtig ist die vorherige Nachweisung von Verwerfungen, Wassereintruchsgefahr usw.

Im Interesse der Grubenforschungen muss man viele instrumententechnische und methodologische Fragen lösen. Im Vortrag werden die geophysikalischen Methoden besprochen, die von dem Hauptinstitut für Grubenforschung (Kattowice, Polnische Volksrepublik) bei der Lösung des Fragenkomplexes angewendet werden.

1. Bevezetés

A bányászat igényeit kielégítő geofizika jórészt felszíni geofizikai módszerként fejlődött, melynek feladata a készletek településének és a kitermelés alatt álló terület részletes tektonikájának megismerése. Az utóbbi években egyre szélesebben használják a geofizikai módszereket a földalatti kutatásoknál, a nyersanyagkutatás mellett bányamechanikai és olyan problémák megoldására, melyek speciálisan a kiaknázással kapcsolatosak. A bányákban közvetlenül végzett geofizikai mérések igen sok és hasznos információt szolgáltatnak. Ennek következménye a módszerek térhódítása a gyakorlati életben. A további

gyors fejlődést akadályozó tényezők: a speciális kialakítási műszerek igénye és az eredmények nehézkes és hosszú időt igénybevevő értelmezése. A mérő és értelmező folyamatok automatizálásának fejlődése, a műszerek miniatürizálása széles lehetőséget biztosít a geofizika bányászati alkalmazásának.

A Központi Bányászati Kutató Intézetben (Katowice) évek óta használnak geofizikai méréseket a következő problémák eldöntésére: bányamechanikai problémák, a kőzetek fizikai és mechanikai paramétereinek mérése, nyomásmérések és hegyreggessel kapcsolatos kérdések;

- vízbetörésre veszélyes helyek kimutatása, vetők és karsztüregek helyének lokalizálása;

- a kitermeléssel kapcsolatos kérdések (szeizmikus rezgések, robbantások után, földalatti fúrások szelvényezése).

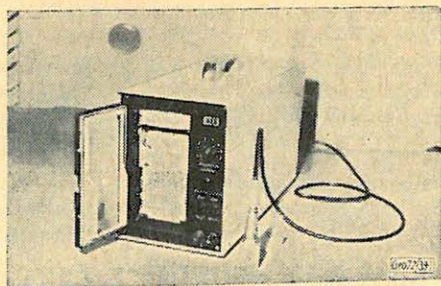
2. Geofizikai módszerek alkalmazása bányamechanikai problémák megoldásához

Ezen a területen igen eredményesen alkalmazzák a komplex geofizikai kutatást, mely a szeizmoakusztikus és ultrahangos, mikroszeizmológiai, sekély szeizmikus, geoelektromos, radiometrikus és geotermikus módszereket foglalja magában.

2.1. Szeizmoakusztikus módszerek

Ezeket a módszereket elsősorban hegyreggés-prognózisok készítésére használják [7, 11]. Ezek magukba foglalják a kőzetmasszívumok vibrációjának regisztrálását, melyek a feszültségek keltette repedések keletkezése során pattannak ki. A mérések végzésére a következő, a Központi Bányászati Kutató Intézetben tervezett műszereket használják:

- hordozható bányászati szeizmoakusztikus berendezés, mely rövid ideig tartó észlelések végzésére alkalmas. Ez egy egysatornás regisztrálóval és impulzusszámlálóval ellátott berendezés, mely egyidejű lehallgatást is lehetővé tesz (1. ábra). Az észlelt impulzusokat a készülék erősíti, átalakítja és amplitúdó



1. ábra. Hordozható szeizmoakusztikus berendezés bányák számára

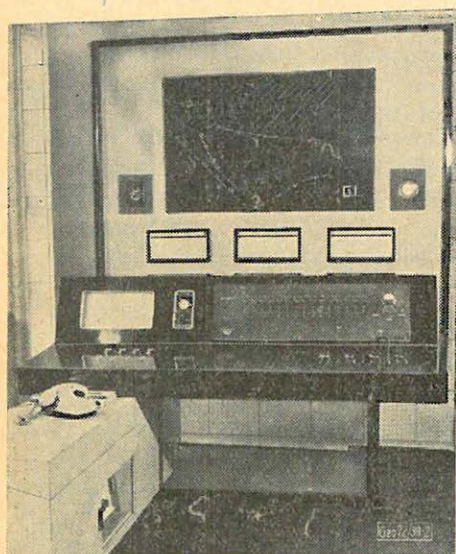
Фиг. 1. Переносная шахтная сейсмоакустическая аппаратура

Fig. 1. Tragbare seismoakustische Einrichtung für Gruben

szempontjából két csoportra osztja (a műszer az LNK Szabványügyi Hivatalában a No 63230 szám alatt van bejegyezve):

- állandó szeizmoakusztikus állomás; folytonos, egésznapos regisztrálások végzésére alkalmas néhány veszélyeztetett bányaszakaszon. Sokesatornás berendezés, melynek észlelő része a föld alatt van elhelyezve, regisztráló és ellenőrző pedig a felszínen (2. ábra). Az impulzusok időskálával ellátott szalagra kerülnek, valamint magnetofonszalagra és oszcilloszkópon is megjelennek. A berendezés szikrabiztos kivitelben készül és így gázos bányaszakaszokon is alkalmazható. Ezen berendezés elektromos kapcsolási rajza a No 63070 sz. szabványként van bejelentve.

– automatikus szeizmoakusztikus állomás (kísérleti példány). Ez az állomás (3. ábra) négycsatornás típus, automatikus számláló berendezésekkel van ellátva, kinyomtatja az impulzusok számát a beprogramozott idő-intervallumnak megfelelően, valamint külön automatikusan jelzi a veszélyes szintet meghaladó impulzusokat. Az állomás létrehozása az első lépést jelenti az automatikus szeizmoakusztikus regisztrálás és értelmezés felé. Ezen berendezés elektromos sémája az LNK No 61969 sz. szabványként került bejegyzésre. Az Intézetünkben kidolgozott mérési és értelmezési metodika alapja az időegység, 1 óra alatt beérkezett impulzusok számlálása (a szeizmoakusztikus aktivitás vizsgálata).

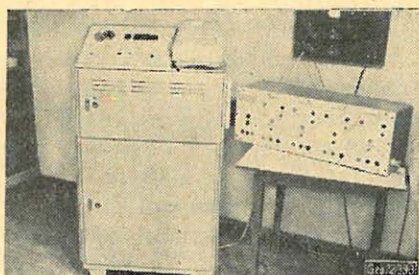


2. ábra. Helybenmaradó szeizmoakusztikus berendezés a Kazimierz–Juliusz bányában (felszíni rész)

Фиг. 2. Стационарная сейсмоакустическая станция на шахте „Казимеж-юлиуш” (поверхностная часть)

Fig. 2. Ortsfeste seismoakustische Station im Grubenwerk Kazimierz–Julius (Oberflächen-Einheit)

A bányatermelések környezetükben a kőzetek állapotát megváltoztatják, repedeződési folyamat játszódik le, mely az aktivitás változását is eredményezi. A kőzettömeg veszélyes aktivitását az átlagos aktivitáshoz viszonyítva mutatjuk ki. A hegyrengések vizsgálata megmutatta, hogy ezeket mindig erős



3. ábra. Automatikus szeizmoakusztikus állomás

Фиг. 3. Автоматическая сейсмоакустическая станция

Fig. 3. Automatische seismoakustische Station

szeizmoakusztikus aktivitás előzi meg. Maga a hegyrengés energia-felhalmozódással kapcsolatos, ami a szeizmoakusztikus aktivitás csökkenésével jár. Tehát a hegyrengés alacsony szeizmoakusztikus aktivitás idején következik be, melyet erős aktivitás előzött meg. A hegyrengések előrejelzéséhez folyamatos regisztrálásra van szükség, valamint ezek értelmezésére, ami meglehetősen nehéz munka. Ezen nehézségeket erősen csökkenti a már említett szeizmoakusztikus állomás. Azonban a kérdést ez sem oldja meg teljesen, a teljes automatizálás az impulzusok más paramétereinek értelmezését is magába kell, hogy foglalja (amplitúdó, energia stb.).

A szeizmoakusztikus impulzusok mérésére és alapvető tulajdonságaik vizsgálatára, valamint a nagypontosságú idő szerinti mérésekhez külföldi berendezéseket használunk, melyeknél az erősítő rendszer a KSz elektrométereit és mágneses analóg regisztrálót foglal magába. A rendszer lineáris frekvencia-karakterisztikát (-3 db) biztosít, $15\text{-től } 2000\text{ hertzig}$. Ezen berendezést a robantásos kitermelés utáni repedésképződés szeizmoakusztikus jellemzőinek meghatározására, valamint a kitermelés környezetében képződő repedésrendszernek térbeli elhelyezkedésének vizsgálatára használtuk.

2.2. Vizsgálatok ultrahanggal.

Ezt a vizsgálatot a nyomásvizsgálatok meghatározására használtuk. Elve: longitudinális hullám sebességének változása kőzetmintában és a kőzetmassziumban [7, 9].

A vizsgálat tárgya: a hullámfront okozta nyomásváltozás. Műszertechnikai okok miatt ez a módszer nem terjedt el szélesen. A mérőműszer miniaturizálása és automatizálása, valamint a bányákban uralkodó feltételek közötti munkaképessége lehetővé tennék szélesebb elterjedését.

Az ultrahangos módszer eredményesen alkalmazható a kőzetminták dinamikus rugalmassági paramétereinek meghatározására. Ilyen céllal használjuk a *IPA* szovjet gyártmányú szeizmoszkópot; a dinamikus rugalmassági paramétereket a longitudinális és felszíni hullámsebességekből határozzuk meg.

2.3. Mikroszeizmológiai módszerek.

Ezek a módszerek a hegyrengések és mozgások paramétereinek regisztrálására, észlelésére és meghatározására szolgálnak. Ezen módszer segítségével sikerült kimutatni a Felső-Szilézia-i kőszénmedence leginkább rengésveszélyes részeit. A rengés fészkeinek pontosabb meghatározását lehetővé tevő módszerek eredményei alapján módunk van rá, hogy a rengés-veszélyesség fokát is meghatározzuk egy-egy területen [13]. A kutatásokhoz kőzeti rengések kimutatására szolgáló szeizmográfokat használtunk. A módszer a lökések részletes vizsgálatán alapszik, meghatározzuk ezek térbeli lokalizációját és energiáját. A felszabaduló szeizmikus energia változásai alapján, egy adott területen meghatározzuk a veszélyeztetettség fokát, ez utóbbi esetleges időbeli változásait és a megelőző tevékenység hatékonyságát. Ez a módszer egyre szélesebben terjed a kőszén-iparban, azonban állandó sok munkát igénylő módszer. Nagyfokú szakképzettséget igényel az alkalmazótól.

2.4. Sekély szeizmika.

A szeizmikus módszert a nyomásváltozások vizsgálatára alkalmazzuk. Ezek sebességmérésre vezethetők vissza [12]. A kutatásokhoz mérnök-szeizmikus apparaturát használunk: magyar gyártmányú „*Pionir*” és német gyártmányú $P_x 24 T$ berendezéseket. A mérési módszer: szelvénymérés, a rengéseket kalapáccsal váltjuk ki. Az értelmezés során a szeizmikus hullámok sebességét határozzuk meg és ezek alapján vizsgáljuk a kitermelés alatt vagy felett kapott tömbök és pillérek hatósugarát. A módszer feltétlenül alkalmas a fenti problémák vizsgálatára.

2.5. Más módszerek.

A bányamechanikai kutatásoknál alkalmazott egyéb geofizikai módszerek:
— geoelektromos módszerek a repedezett zónák és a törésvonalak kimutatására [14];

- radioaktív (γ – γ) módszerek terhelés vizsgálatra kőzetmintához [1, 2];
- termikus módszerek a kőzetmintákban kimutatható feszültség-eloszlások vizsgálatára [3].

3. A vízbetörésre veszélyes helyek kimutatása

A geofizika legfontosabb szerepe ezen a területen vetők, üregek, régi bányajáratok kimutatása és lokalizálása. Ilyen kutatásokhoz szeizmikus és geoelektromos módszereket használtunk [8, 10, 4].

3.1. Geoelektromos módszerek.

Vetők és üregek kimutatására egyaránt alkalmas módszerek. A mérések főleg alacsonyfrekvenciájú műszerekkel (szovjet gyártmányú *ANCS-1* és *IKSZ-50* berendezések) történnek felszíni szimmetrikus szelvényezés módszerével. Ez a módszer lehetővé teszi vetők és tektonikai vonalak lokalizálását. A módszer eredményességét a nagy ellenállásváltozás biztosítja, mely a törés-vonal és környezete között jelentkezik.

3.2. Szeizmikus módszerek.

Üregek, és régi, felhagyott járatok kimutatására szolgálnak ezek. A módszer alapja a kitermelés vagy fúrás és a felszín között levő közettömeg nagyfrekvenciájú szeizmikus hullámokkal történő „átvilágítása”. A mérésekhez svéd gyártmányú *TP 10* mérnökszeizmikus berendezést használtunk. A regisztrátumokon az üregek, mint a szeizmikus hullámokat elnyelő közegek jelentkeznek, valamint a longitudinális hullámok késése is megfigyelhető [4, 8]. Felső-Sziléziában mindkét fenti módszer általánosan használatos. Itt ez a kérdés a felszín sűrű beépítettsége és az épületek gyakran tapasztalható deformálódása miatt fontos.

3.3. Radiometrikus módszerek.

A vízbetörés elleni harc geofizikai módszerei között a radiometrikus módszereket is meg kell említeni, melyek a hidrogeológiai adottságok és a vízbetörések miatt veszélyeztetett szakaszok meghatározásánál fontosak.

A vizek korát tritium-szint-módszerrel határozzák meg. A filtráció irányát és intenzitását indikációs módszerekkel vizsgálják; általában stabil vegyületeket használnak, melyek nem vezetnek a kutatott terület vizeinek radioaktív beszennyezéséhez. Az indikátorokat neutron-aktivációs módszerrel mutatjuk ki.

4. A kitermelés során fellépő problémák.

Ezen a területen nagy töltetek által kiváltott rengések, valamint ezeknek az építményekre gyakorolt hatásának vizsgálata említendő elsősorban. Említésre méltó a földalatti fúrások lyukszelvényezése is. A keltett rezgéseket szovjet gyártmányú *VEGIK* hordozható szeizmográfokkal vizsgáljuk, az alkalmazott karotázs berendezés magyar gyártmányú, hordozható *HL*.

5. A szeizmoakusztikus és mikro szeizmológiai kutatások automatizálásának irányai

Az elvégzett kutatások alapján megállapítható a geofizikai módszerek széles körű alkalmazásának célszerűsége a bányászatban. A bányamechanikával

kapcsolatos kérdések közül az első helyre kerül a bányarengések prognosztikájának problémája. Az alkalmazott szeizmoakusztikus és mikroszeizmológiai módszerek már jelen állapotukban is alkalmasak olyan adatok közlésére, melyek alapján sok esetben előre jelezhető a veszély. Az aktuális állapot becsülésének egyik alapvető kérdése, hogy az információt csak késve kapjuk meg, hogy az késik az igen munkaigényes értelmezés miatt is. A módszerek széles körű ipari alkalmazása a mérési anyag automatikus feldolgozásának megvalósításától függ. Különösen a szeizmoakusztikus módszer eredményeinek statisztikus feldolgozási folyamatát kell automatizálni. Ez lehetővé tenné a digitális regisztrálás és az eredmények közvetlen számítógépbe juttatásának megvalósítását. Így jelentősen meggyorsulna az értelmezés fázisa és igen gyorsan meghatározhatóvá válik a rengésveszély. Jelenleg a szeizmoakusztikus módszer a szeizmoakusztikus aktivitás paraméterének kimutatására törekszik. A digitális regisztrálás bevezetése lehetővé teszi a kutatások kiszélesítését az impulzus energia változásainak és az $n(a)$ szeizmoakusztikus aktivitás amplitúdó-eloszlásának vizsgálata irányába. Az analízis kiszélesítése alapján pontosabb eredményekre számíthatunk.

A mikroszeizmológiai módszernél is felmerül az állandó automatikus feldolgozás szükségessége, hogy pontosabban meghatározhassuk a rengések energiáját, valamint epi- és hipocentrumát. Ez lehetővé teszi a folyamatos feldolgozást és a veszélyeztetett területek gyors kimutatását, valamint a felhalmozott szeizmikus energia levezetésének módját. Fenti probléma megoldása a digitális regisztrátumok továbbítását, számítógépbe való bevitelét és a gyors eredményközlést teszi lehetővé.

A mérések és az értelmezés automatizálásának kérdése hasonló a felszíni geofizikában jelentkező problémákhoz, melyekről jelen előadásunkban nem szoltunk. Alá kell azonban húzni, hogy a geofizikai módszerek miniaturizálásával és a bányákban uralkodó körülmények közti munkaképesség fokozásával képzelhető el (metán, nedvesség, hőmérséklet).

6. Következtetések.

1. A geofizikai módszerek általános elterjedése a bányászatban függ
 - a mérőműszerek automatizálásától és miniaturizálásától;
 - a mérési eredmények feldolgozásának automatizálásától.
2. Jelenleg nagy nehézséget jelent a mérések végzése során egy olyan műszer hiánya, mely a bányában uralkodó körülményekhez van alkalmazva.
3. A digitális regisztrálás és az automatikus feldolgozás a szeizmoakusztikus és mikroszeizmológiai módszereknél lehetővé teszi a veszélyeztetett területek idejekorán történő kimutatását.

IRODALOM

- [1] J. Bujok, B. Sujak: Die Intensitätsänderungen durchgehender Gammastrahlung in homogener Kohlensubstanz als Funktion der Grösse senkrechter Drücke Acta Physica Polonica t. 25, 1964.
- [2] J. Bujok, B. Sujak: Zmiany natężenia przechodzących promieni gamma w masie węglowej jako funkcja obciążeń Przegląd Górniczy t. 21, 1965.
- [3] A. Kidybiński: Termoeфекты wyтężenia skał w jednoosiowym polu naprężeń Prace GIG, Katowice 1969.
- [4] E. Konstantynowicz: Profilaktyka i zabezpieczenie wyrobisk górniczych przed wdarciem się wody lub kurzawki Przegląd Górniczy, nr 3, 1971.

- [5] B. Neyman: Profilaktyka przeciwtąpianiowa w świetle najnowszych badań Przegląd Górniczy nr 3, 1971.
- [6] B. Neyman, S. Gibowicz, S. Plewa, Z. Wierzchowska: „Kierunki zastosowania geofizyki w górnictwie węglowym” Referat na III Krajowy Zjazd Górniczy na temat Nowe Górnictwo Sekcja VIII SITG Katowice 1965.
- [7] B. Neyman, Z. Grabis, M. Trombik, W. Zuberek: Wyniki badań ciśnienia i tępowań metodami sejsmoakustycznymi w kopalni Bobrek Prace GIG, Komunikat nr 464.
- [8] M. Rogoż, W. Miłcowski, R. Zakolski: Zapobieganie zagrożeniom wodnym w kopalniach węgla Bezpieczeństwo Pracy w Górnictwie, nr 6, 1970.
- [9] J. Sachs, R. Zakolski: Prędkość fal sprężystych w skałach karbońskich Geofizyka i Geologia Naftowa Biuletyn Inform. nr 5–7, Kraków 1969.
- [10] K. Smietana: Wyniki badań elektrooporowych przy wykrywaniu uskoków Ochrona Terenów Górniczych nr 11, 1970.
- [11] M. Trombik, W. Zuberek: Aktualny stan badań sejsmoakustycznych oraz kierunki ich dalszego rozwoju Technika Poszukiwań nr 28, 1968.
- [12] Z. Wierzchowska: Zastosowanie pomiarów prędkości fal sejsmicznych do badania względnych zmian wartości ciśnienia górotworu Przegląd Górniczy, nr 10, 1968.
- [13] Z. Wierzchowska: Wyniki badań nad możliwością oceny stopnia zagrożenia tąpnięciami przy pomocy metod sejsmicznych. Referat na III Konferencji Górnego Płaszczu Ziemi, Karpacz 1970, publikacja Prace Zakładu Geofizyki PAN (w druku).
- [14] R. Zakajski: O możliwości zastosowania metod geofizycznych dla rozwiązywania niektórych problemów mechaniki górotworu. Ochrona Terenów Górniczych.

Lapszemle

Fizikai Szemle, XXII. évf. 2. sz. 1972. február.

Barta György: Eötvös Loránd sághegyi mérései, 33–34. old.

Marx György: Eötvös Loránd és a gravitáció, 34–36. old.

Varga Péter: Eötvös és a gyakorlati geofizika, 36–37. old.

Aczél Etelka: Eötvös mágnes kutatásai, 37–39. old.

Négy előadás, melyeket az 1971. október 16-án Czellődömölkön, a Berzsényi Dániel gimnáziumban Eötvös sághegyi méréseinek 80 éves fordulóját ünneplő kétnapos összejeövetelen tartottak. Okt. 17-én a sághegyi turistaház előtt emlékoszlopot állítottak fel, melynek képét a füzet a címlapon közli.

Geonomia és Bányászat, a MTA X. Föld- és Bányászati T. O.

Közleményei 4. kötet, 2–4. sz. 89–360 old.

Szádeczky-Kardoss Elemér: Bevezető Barta György akadémiai székfoglalójához, 89–90. old.

Barta György: A föld erőterének évszázados változásairól és torzultságáról, 91–103. old.

Szádeczky-Kardoss Elemér: Bevezető Béll Béla akadémiai székfoglalójához, 105–106. old.

Béll Béla: Magyarország légterének éghajlati sajátosságai a magasabb légrétegekben, 107–121. old.

Ádám Antal: A paleozoós grafitos képződmények meghatározása magnetotellurikus módszerrel elektromos árnýékoló rétegek alatt a Magyar Medencében és néhány genetikai következtetés, 297–308. old.

Nagy Zoltán: Hozzászólás az előbbi előadáshoz, 309–311. old.

Mártonné Szalay Emőke: Harmadkori vulkáni hegységeink paleomágneses kutatása, 321–329. old.

T. G.

Gamma-karotázs adatok fúrólyuk- átmérő-, fúró-oldat- és közetsűrűség- figyelembevevő értelmezése számítógép felhasználásával

V A R G A J Á N O S

A dolgozat a gamma-karotázs adatainak olyan gépi feldolgozásával foglalkozik, mely figyelembe veszi a fúrólyukátmérő változásait.

A tárgyalt módszer alapjául az egyszeres foton-diszperziós modell szolgál: a tárgyalás során a gammasugárzás gyengülési koefficiensét μ -t a hullámhossztól függetlennek, de a különböző fúró-oldatokkal és kőzetekkel változóknak tekintik.

A számítás végrehajtása során a szelvényt n rétegre osztják egyenlő rétegvastagsággal. Az értelmezést csúszóablak – módszerrel hajtották végre.

A számításokat ODRA-1204-es számítógépen végezték és a programot ALGOL-ODRA-programnyelven írták meg. A GAM-71 nevű program blokkismáját az egyik ábrán láthatjuk: ugyancsak megadja a szerző a kezelési utasítást és a számítás részletes menetét.

В работе рассматривается машинная обработка данных ГК с учетом изменения диаметра скважины.

В основе рассматриваемого метода лежит модель однократного фотонного рассеяния. Коэффициент ослабления гамма-излучения μ считается независимым от длины волны, но зависимым от состава бурового раствора и горных пород.

При вычислениях разрез расчленяется на n пластов равной мощностью. Интерпретация осуществляется методом „скользящего окна”.

Вычисления проводились на ЭВМ ОДРА-1204 и программа была составлена на программном языке АЛГОЛ-ОДРА. Схема программы „ГAM-71” приводится на рисунке. Излагается инструкция пользования программой и подробно описывается ход вычислений.

Im Auftrag wird eine maschinelle Bearbeitung von Gamma-Karottage-Daten mitgeteilt, die die Änderungen des Bohrlochdurchmessers in Betracht zieht.

Der mitgeteilten Methode liegt das einfache Photon-Dispersions-Modell zu Grunde: im Laufe der Darstellung wird der Schwächungskoeffizient der Gammastrahlung: μ , als von der Wellenlänge unabhängig angenommen, während es sich mit den verschiedenen Bohrschlammen und Gesteinen ändert.

Im Laufe der Durchführung der Berechnung wird das Profil in n -Schichten von gleicher Mächtigkeit aufgeteilt. Die Interpretation wird mit der Methode des verschobenen Fensters vorgenommen.

Die Berechnungen wurden auf der Rechenmaschine ODRA-1204 durchgeführt und das Program in der Programmsprache: ALGOL-ODRA zusammengestellt. Das Blockschema des Programms – GAM-71 – wird in einer Abbildung gezeigt, auch die Bedienungsvorschrift und der Gang der Berechnung wird mitgeteilt.

Az ipari geofizika nagyszámú módszere között az egyik legelterjedtebb a gamma karotázs. Más módszerekkel együtt alkalmazva kőzettani tagolásra, a fúrólyukszelvények korrelálására és ásványkincsek kimutatására használják.

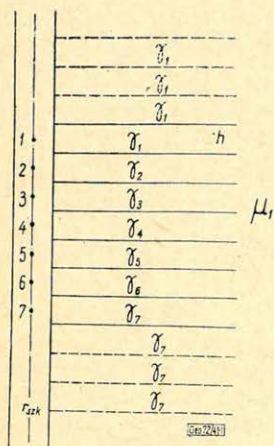
Figyelembe kell azonban venni, hogy a gamma karotázs mérési eredményeit erősen befolyásolják olyan faktorok, mint a radiometrikus berendezés tehetetlensége, a fúrólyuk szelvényét alkotó rétegek vastagsága, a detektoroknak a fúrólyukhoz viszonyított helyzete, a fúrólyuk átmérő változásai.

A geofizikai irodalomból ezen tényezők hatásának becslése meglehetősen jól ismert. A görbék értelmezése tradicionális módon, ezen faktorok

figyelembevételével rendkívül munkaigényes. Viszont nélkülük téves következtésekre juthatnak.

Jelen dolgozat a gamma karotázs adatainak olyan gépi feldolgozásával foglalkozik, mely figyelembe veszi a fúróluk-átmérő változásait.

A tárgyalásra kerülő módszer alapjául az egyszeres fotondiszperzió modelljét választottuk. Ennek során a gamma sugárzás gyengülési koefficiensét, μ -t, a hullámhossztól függetlennek és a különböző fúróoldatokkal (μ_0) és közetekkel (μ_1), változónak tekintjük.



1. ábra Φ_{uz} . 1. Fig. 1.

A számítás végrehajtása során a szelvényt „ n ” rétegre osztjuk fel, melyek egyenlő, h , rétegvastagsággal bírnak. Az értelmezést „csúszó-ablak” módszerrel végezzük.

Minden értelmezési lépésnél a szelvény két rétegből álló szakaszát vesszük figyelembe, melynek szerkezetét az 1. ábrán mutatjuk be.

A fúróluk tengelyének i pontjában az eredő intenzitás az elfogadott korlátozások és a közeg geometriájának figyelembevételével a következő egyenlettel írható le:

$$I_i = K \left(\gamma_0 P_0 + \sum_{j=1}^{j=7} \gamma_j P_{ij} \right) \quad (1)$$

ahol: I_i — a műszer-leolvasás az i fúróluk-tengely pontban
 P_{ij} — foton beérkezés valószínűsége j alrétegből az i pontban (a műszerbe)
 P_0 — foton belépés valószínűsége a fúróoldatból i pontba;
 γ_j — alréteg fajlagos aktivitása;
 γ_0 — a fúróoldat fajlagos aktivitása;
 k — arányossági tényező.

P_0 -ra a fentebb elfogadott egyszeres foton-diszperzió esetén igaz a következő képlet:

$$P_0 = \frac{1}{4\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{r_{pr}}^{r_{szk}} \int_0^{2\pi} \frac{e^{-\mu_0 \sqrt{r^2 + z^2}}}{r^2 + z^2} r dr \cdot dz \cdot d\varphi, \quad (2)$$

ahol r_{pr} a műszer sugara;
 r_{szk} a fúróluk sugara
 μ_0 — a fúróoldat lineáris elnyelési együtthatója.
A (2) képlet φ szerinti integrálása után adódik

$$P_0 = \frac{1}{2} \int_{r_{pr}}^{r_{szk}} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{-\mu_0 \sqrt{r^2 + z^2}}}{r^2 + z^2} r dr \cdot dz. \quad (3)$$

Ha a következő helyettesítéseket elvégezzük:

$$x = \mu_0 \sqrt{r^2 + z^2}; \quad z = z$$

$$dx = \frac{-\mu_0 r dr}{\sqrt{r^2 + z^2}}; \quad dz = dz, \quad (4)$$

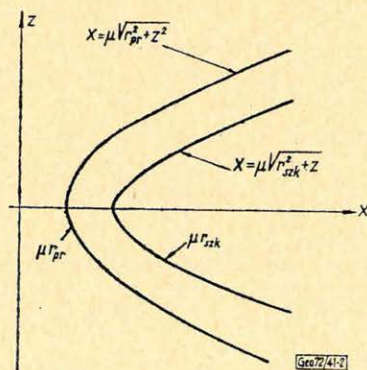
akkor (3) a következő módon írható:

$$P_0 = \frac{1}{2} \int_{\mu_0 \sqrt{r_{pr}^2 + z^2}}^{\sqrt{r_{szh}^2 + z^2}} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{-x}}{x} dx dz. \quad (5)$$

Ez a helyettesítés lehetséges, mivel az átalakítás Jakobiánja:

$$\left| \begin{array}{cc} \frac{dz}{dx} & \frac{dz}{dz} \\ \frac{dr}{dx} & \frac{dr}{dz} \end{array} \right| = \frac{1}{\mu_0} \frac{x}{\sqrt{x^2 - \mu_0^2 z^2}} \quad (6)$$

az integrálás tartományában sehol sem zérus. Az integrálás tartománya a 2. ábrán látható.



2. ábra Φ_{uz} , 2. Fig. 2.

Célszerűnek tűnik az integrálás tartományát két részre osztani és megcserélni az integrálás sorrendjét. Mivel az integrál alatti függvény z szerint páros (egyenlő eggyel), a szimmetrikus tartományok szerinti integrálok megkétszereződnek.

$$\begin{aligned}
P_0 &= \int_{\mu_0 r_{pr}}^{\mu_0 r_{szk}} \int_0^{\sqrt{\frac{x^2}{\mu_0^2} - r_{pr}^2}} \frac{e^{-x}}{x} dx \cdot dz + \int_{\mu_0 r_{szk}}^{\infty} \int_{\sqrt{\frac{x^2}{\mu_0^2} - r_{pr}^2}}^{\sqrt{\frac{x^2}{\mu_0^2} - r_{szk}^2}} \frac{e^{-x}}{x} dx \cdot dz = \\
&= \int_{\mu_0 r_{pr}}^{\mu_0 r_{szk}} \sqrt{\frac{x^2}{\mu_0^2} - r_{pr}^2} \cdot \frac{e^{-x}}{x} \cdot dx + \int_{\mu_0 r_{szk}}^{\infty} \sqrt{\frac{x^2}{\mu_0^2} - r_{pr}^2} \cdot \frac{e^{-x}}{x} dx - \\
&\quad - \int_{\mu_0 r_{szk}}^{\infty} \sqrt{\frac{x^2}{\mu_0^2} - r_{szk}^2} dx = \int_{\mu_0 r_{szk}}^{\infty} \sqrt{\frac{x^2}{\mu_0^2} - r_{pr}^2} \frac{e^{-x}}{x} dx - \\
&\quad - \int_{\mu_0 r_{szk}}^{\infty} \sqrt{\frac{x^2}{\mu_0^2} - r_{szk}^2} \frac{e^{-x}}{x} dx = \beta - \alpha_{szk}, \quad (7)
\end{aligned}$$

ahonnan:

$$\beta = \frac{1}{\mu_0} \int_{r_{pr}}^{\infty} \sqrt{x^2 - r_{pr}^2} \mu_0^2 \frac{e^{-x}}{x} \cdot dx; \quad \alpha_{szk} = \frac{1}{\mu_0} \int_{\mu_0 r_{szk}}^{\infty} \sqrt{x^2 - r_{szk}^2} \mu_0^2 \frac{e^{-x}}{x} dx; \quad (8)$$

Abban az esetben, ha $r_{szk} \rightarrow \infty$, az utolsó integrál 0-hoz tart. A mért sugárzás-intenzitásra a fúróoldatban igaz a következő kifejezés:

$$I^M = K \frac{\gamma_0}{\mu_0} \int_{\mu_0 r_{pr}}^{\infty} \sqrt{x^2 - \mu_0^2 r_{pr}^2} \frac{e^{-x}}{x} dx = K \gamma_0 \beta, \quad (9)$$

ahonnan

$$K = \frac{I^M}{\gamma_0 \beta}. \quad (10)$$

Az utolsó I^M mérést a fúróoldat-tárolóban mérhetjük, vagy a fúrólyuk olyan szakaszán, ahol nagy kaverna található. Az I^M mérésére még alkalmas kavernaméretet V. V. Larionov kísérleti adataiból lehet megkapni (Radiometrija szkvazsin, „Nyedra” kiadó, Moszkva, 1969). (10) figyelembevételével (1) átírható a következő formában:

$$I_i = \frac{I^M}{\beta \gamma_0} \left[\gamma_0 P_\sigma + \sum_{j=1}^{j=7} \gamma_j P_{ij} \right] \quad (11)$$

vagy

$$\sum_{j=1}^{j=7} \frac{\gamma_j}{\gamma_0} P_{ij} = \frac{I_i \beta}{I_M} + \alpha_{szk} - \beta \quad (12)$$

Részletesebben (12) a következő formában írható fel:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\gamma_0} (\gamma_1 P_{11} + \gamma_2 P_{12} + \gamma_3 P_{13} + \gamma_4 P_{14} + \gamma_5 P_{15} + \gamma_6 P_{16} + \gamma_7 P_{17}) &= \frac{I_1 \beta}{I_M} + \alpha_{szk} - \beta \\ \vdots & \\ \frac{1}{\gamma_0} (\gamma_1 P_{71} + \gamma_2 P_{72} + \gamma_3 P_{73} + \gamma_4 P_{74} + \gamma_5 P_{75} + \gamma_6 P_{76} + \gamma_7 P_{77}) &= \frac{I_7 \beta}{I_M} + \alpha_{szk} - \beta \end{aligned} \quad (13)$$

A (13) egyenletrendszerben ismeretlenek a γ_j/γ_0 paraméterek. Ezeket az alábbi megközelítések alapján számíthatjuk ki:

A gamma sugárzás intenzitása 1 pontban (az 1 alréteggel szemben) a közet gamma aktivitása miatt a 4, 3, 2 és 1 alrétegek intenzitásából tevődik össze, melyek vastagsága $4h$ és fajlagos aktivitása γ_1 . A_2 pontban (a 2. alréteggel szemben) a gamma sugárzás intenzitása, mely 5, 4, 3, 2 és 1 az alrétegek gamma aktivitásából ered, melyek vastagsága 3. A_3 pontban a gamma sugárzás a 6, 5, 4, 3, 2 és 1 alréteg gamma aktivitásából ered, melyek vastagsága 2. A 4 pontban a gamma sugárzás a 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 alrétegek gamma aktivitásából ered.

Minden további lépésnél a 7. alréteghez egy újabb vastagságú alréteg adódik, melynek fajlagos aktivitása γ_7 . Ezzel egyidejűleg a felső rétegek egyenként elmaradnak. Azután, hogy az első 7 alréteg gamma-intenzitását meghatároztuk a (13) egyenletrendszer megoldásával a számítások első ciklusa lezáródik. A kiszámított γ_j értékekből a γ_1 értéket valóságosnak tekintjük.

A következő ciklusok számítása során az összes, fent már említett számítás megismétlődik, de minden egyes ciklusban a 7 réteges szelvény egy h lépéssel lejjebb kerül; minden egyes ciklusban valóságosnak csak azt a γ_j értéket tekintjük, mely a középső alrétegre vonatkozik.

Hogy a közeg-tér egy tetszőlegesen kiválasztott pontjából a γ -foton a műszert elérje, szükséges, hogy „élve maradjon” a fúróluk faláig, és onnan a műszerig.

Egy ilyen esemény valószínűsége kiszámítható a valószínűségek szorzásáról szóló tétel alapján:

$$P(A \cdot B) = P(A) \cdot P(A/B),$$

ahol a B esemény: a γ -fotonnak a fúróluk falához érése, az A esemény: a γ -fotonnak a fúróluk falától a műszerig való eljutása.

Ez utóbbi figyelembevételével a γ -fotonnak a j alrétegtől a műszerhez, azaz i ponthoz való eljutásának valószínűségét a következő képlettel írhatjuk le:

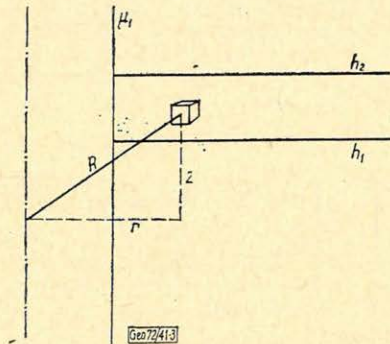
$$P_{ij} = \int_0^{2\pi} \int_{h_1}^{h_2} \int_{r_{szk}}^{\infty} \frac{e^{-\mu_0 r_{szk} \frac{\sqrt{z^2 + r^2}}{r}} e^{-\mu_1 (r - r_{szk}) \frac{\sqrt{z^2 + r^2}}{r}}}{4 \pi R^2} r dr \cdot dz \cdot d\varphi, \quad (14)$$

φ szerint integrálva és (14)-t átrendezve

$$P_{ij} = \frac{1}{2} \int_{h_1}^{h_2} \int_{r_{szk}}^{\infty} \frac{e^{-\frac{(\mu_0 - \mu_1) r_{szk}}{r}} \frac{\sqrt{z^2 + r^2}}{r} e^{-\mu_1 \frac{\sqrt{z^2 + r^2}}{r}}}{z^2 + r^2} r \cdot dr \cdot dz \quad (14/a)$$

Jelöljük $(\mu_0 - \mu_1)r_{szk} = \mu_{eff} \cdot t$, akkor

$$P_{ij} = \frac{1}{2} \int_{h_1}^{h_2} \int_{r_{szk}}^{\infty} \frac{\exp\left(\mu_{eff} \frac{\sqrt{z^2 + r^2}}{r}\right) \cdot \exp\left(\mu_1 \sqrt{z^2 + r^2}\right)}{z^2 + r^2} r dr \cdot dz, \quad (15)$$



3. ábra Физ. 3. Fig. 3.

A következő helyettesítéseket hajtjuk végre:

$$\begin{aligned} x &= \mu_{eff} \frac{\sqrt{z^2 + r^2}}{r}; & r &= \frac{\mu_{eff}}{\mu_1} \frac{y}{x}; \\ y &= \mu_1 \sqrt{z^2 + r^2}; & z &= \frac{y}{\mu_1} \sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2} \end{aligned} \quad (16)$$

Ezen helyettesítések lehetségesek, mivel az átalakítás Jakobiánja az integrálás tartományában nem lesz zérus:

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial z}{\partial x} & \frac{\partial z}{\partial y} \\ \frac{\partial r}{\partial x} & \frac{\partial r}{\partial y} \end{vmatrix} = \frac{y \cdot \mu_{eff}}{\mu_1^2 x \sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}}$$

(16) figyelembevételével a (15) kifejezés lesz:

$$P_{ij} = \frac{1}{2} \frac{\mu_{eff}^2}{\mu_1} \int \frac{\exp(-x) \cdot dx}{x^2 \sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}} \int \exp(-y) dy \quad (17)$$

A (17) képlet integrálási határait nem nehéz meghatározni a 4. ábra alapján, melyen a (16) helyettesítések elvégzése után az integrálás területét ábrázoltuk. A 4. ábra alapján látható, hogy P_{ij} -re igaz a következő összefüggés:

$$P_{ij} = \frac{1}{2} \frac{\mu_{eff}^2}{\mu_1} \left[\int_{\mu_{eff}}^{\frac{\mu_{eff}}{r_{szk}} \sqrt{h_2^2 + r_{szk}^2}} \frac{\exp(-x)}{x^2 \sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}} dx \cdot \int_{\frac{\mu_1}{\mu_{eff}} r_{szk}}^{\frac{\mu_1 h_2 x}{\sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}}} \exp(-y) dy - \right. \\ \left. - \int_{\mu_{eff}}^{\frac{\mu_{eff}}{r_{szk}} \sqrt{h_1^2 + r_{szk}^2}} \frac{\exp(-x)}{x^2 \sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}} dx \cdot \int_{\frac{\mu_1 r_{szk} x}{\mu_{eff}}}^{\frac{\mu_1 h_1 x}{\sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}}} \exp(-y) dy \right] \quad (18)$$

$$P_{ij} = \frac{1}{2} \frac{\mu_{eff}^2}{\mu_1}$$

$$\left[\int_{\mu_{eff}}^{\frac{\mu_{eff}}{r_{szk}} \sqrt{h_2^2 + r_{szk}^2}} \frac{\exp \left[-x \left(1 + \frac{\mu_1 r_{szk}}{\mu_{eff}} \right) \right] - \exp \left[-x \left(1 + \frac{\mu_1 h_2}{\sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}} \right) \right]}{x^2 \sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}} dx - \right. \\ \left. - \int_{\mu_{eff}}^{\frac{\mu_{eff}}{r_{szk}} \sqrt{h_1^2 + r_{szk}^2}} \frac{\exp \left[-x \left(1 + \frac{\mu_1 r_{szk}}{\mu_{eff}} \right) \right] - \exp \left[-x \left(1 + \frac{\mu_1 h_1}{\sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}} \right) \right]}{x^2 \sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}} dx \right] \quad (19)$$

Használjuk a következő jelöléseket:

$$\frac{1}{2} \frac{\mu_{eff}^2}{\mu_1} = D, \quad \frac{\mu_{eff}}{r_{szk}} \sqrt{\left(\frac{Kh}{2} \right)^2 + r_{szk}^2} = B_{\frac{Kh}{2}},$$

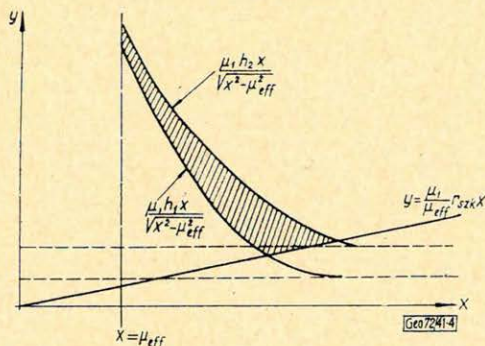
$$e^{-\frac{x \left(1 + \frac{\mu_1 r_{szk}}{\mu_{eff}} \right)}{x^2 \sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}}} = E, \quad e^{-\frac{x \left(1 + \frac{\mu_1 \frac{Kh}{2}}{\sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}} \right)}{x^2 \sqrt{x^2 - \mu_{eff}^2}}} = E_{\frac{Kh}{2}} \quad (20)$$

ahol $k = 1, 2, \dots, n$, és $h_2 - h_1 = h$.

(20) figyelembevételével (19) lesz:

$$P_{ij} = D \int_{\mu_{eff}}^{B_{\frac{Kh}{2}}} \left(E - E_{\frac{Kh}{2}} \right) dx - \int_{\mu_{eff}}^{B_{\frac{(K-2)}{2} h}} \left(E - E_{\frac{(K-2)}{2} h} \right) dx, \quad (21)$$

A (21) képlet alapján, mely általános képlet a P_{ij} koefficiensek számítására, nem nehéz a konkrét számításokhoz szükséges képlet előállítás.



4. ábra Физ. 4. Fig. 4.

Példaként bemutatjuk a P_{11} és P_{44} képletek számítására szolgáló képleteket.

A javasolt értelmezési vázlat geometriája alapján a P_{11} a γ -foton-belépés valószínűségét jelenti az 1. fúrólyuk-tengely pontba az első $4h$ vastagságú rétegből:

Így:

$$P_{11} = D \left[\int_{\mu_{eff}}^{\frac{B}{2}} \left(E - E_{\frac{7h}{2}} \right) dx + \int_{\mu_{eff}}^{\frac{B}{2}} \left(E - E_{\frac{h}{2}} \right) dx \right] \quad (22)$$

A P_{44} γ -foton belépés valószínűségét jelenti a negyedik h vastagságú alrétegbe a 4. fúrólyuk tengely pontba. Jelentése a következő képlet alapján határozható meg:

$$P_{44} = 2D \left[\int_{\mu_{eff}}^{\frac{B}{2}} \left(E - E_{\frac{h}{2}} \right) dx \right] \quad (23)$$

Könnyen belátható, hogy a (22) és (23) integrál alatti mennyiségek egyforma szerkezetűek. Ha a következő jelölést használjuk:

$$\int_{\mu_{eff}}^{\frac{B}{2}} \left(E - E_{\frac{Kh}{2}} \right) dx = R_{\frac{Kh}{2}}.$$

akkor a (13) egyenletrendszer matrix-elemei:

a	b	c	d			
e	f	b	c	d		
g	b	f	b	c	d	
d	c	b	f	b	c	d
	d	c	b	f	b	g
		d	c	b	f	e
			d	c	b	a

melyek a következő formákban adhatók meg:

$$\begin{aligned}
 a &= D \left(R_{\frac{7h}{2}} + R_{\frac{h}{2}} \right), & e &= D \left(R_{\frac{7h}{2}} - R_{\frac{h}{2}} \right), \\
 b &= D \left(R_{\frac{3h}{2}} - R_{\frac{h}{2}} \right), & g &= D \left(R_{\frac{7h}{2}} - R_{\frac{3h}{2}} \right), \\
 c &= D \left(R_{\frac{5h}{2}} - R_{\frac{3h}{2}} \right), & f &= 2 D R_{\frac{h}{2}}. \\
 d &= D \left(R_{\frac{7h}{2}} - R_{\frac{5h}{2}} \right),
 \end{aligned}$$

A szemléletesség kedvéért az egyforma P_{ij} -ket egyforma betűkkel jelöltük. A betűket a kockák megfelelő indexeivel helyettesítve könnyen azonosíthatók a megfelelő P_{ij} -vel.

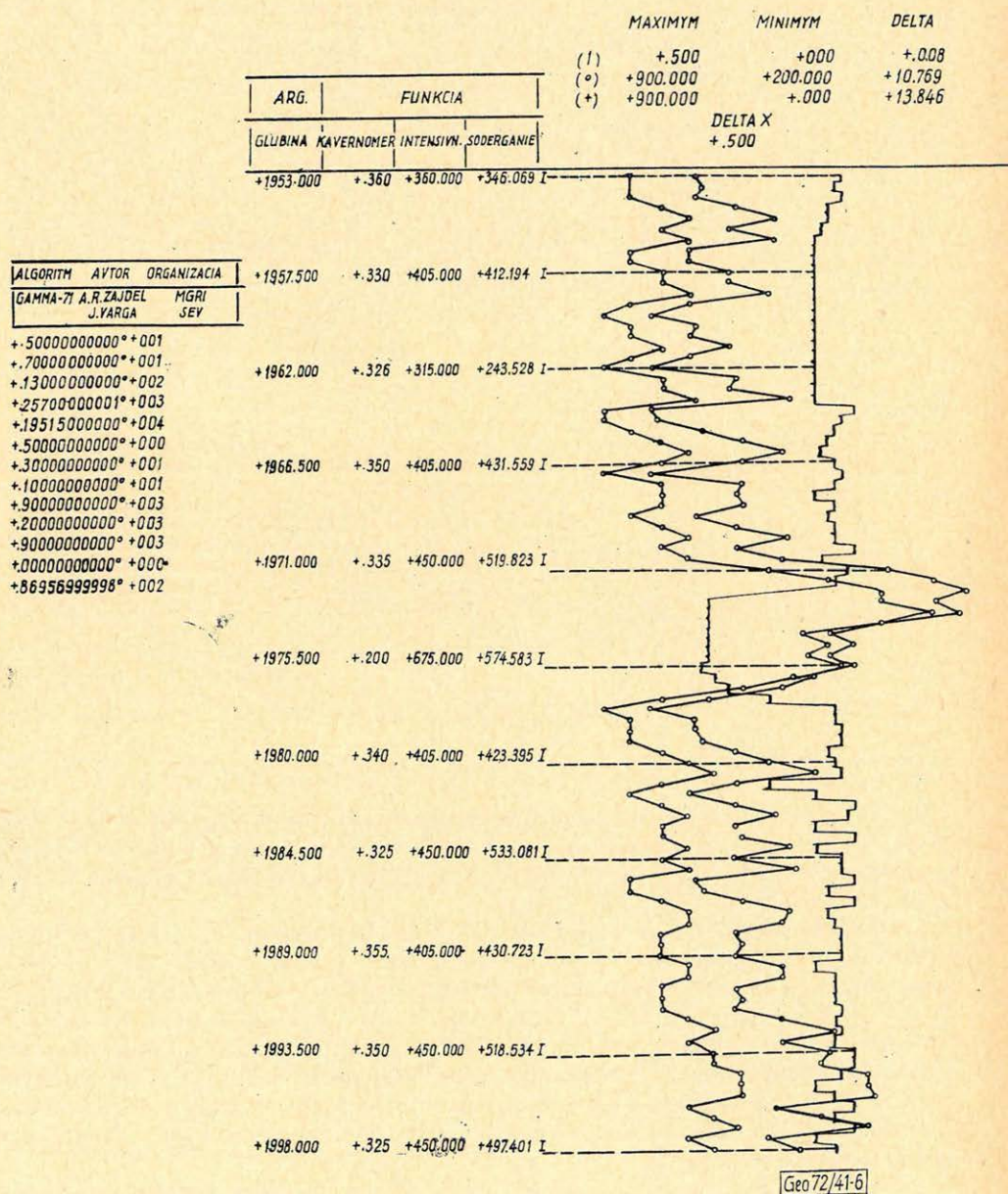
Miután (13) egyenletrendszer együtthatóit meghatároztuk, megoldhatjuk a rendszert γ_i/γ_0 szerint. A fúróldat fajlagos aktivitásának ismeretében, melynek meghatározása nem jelent nehézséget, megállapíthatjuk a fúrólyuk szelvényében levő rétegek fajlagos aktivitását. A fajlagos aktivitást a tartalom-együtthatóval beszorozva kapjuk az ekvivalens radioaktív elem tartalmát egy adott rétegben (az eredmény $\mu\Gamma$ ekvivalens U -ben fejezhető ki 1 gramm közetre).

A fenti matematikai modell alapján, a Lengyel Népköztársaságban gyártott *ODRA-1204* típusú számítógépre írtuk meg a számításokat végző programot *Algol-Odra* nyelven. Neve: „*Program GAM-71*”. A program blokk-sémája az 5. ábrán látható.

A program központi része az, mely a (24) képlet alapján számítja az együtthatók számértékét és melynek neve: „*GAM*”. Az integrálok jelentése, melyek a P_{ij} együtthatók számításához szükségesek, a *ROMBINT* programrészben határozódnak meg, melyet az integrál alatti kifejezéseket számító $F(x, k)$ rész előz meg.

Ebben az esetben a gépbe a két görbe adatai egymás után jutnak be, a számítás ugyanazon módon ismétlődik, mint az első esetben. Ezen esetekben negatív jelenség az, hogy korlátoznunk kell a karotázsgörbék hosszát.

c) A kavernometriai görbe hiányzik ($SO = I$).



6. ábra Фиг. 6. Fig. 6.

Ebben az esetben a fúrólyuk átmérőjét állandónak tételezzük fel. A koefficiens matrix (24) az átmérő állandósága miatt szintén állandó lesz, ezért egyszer kell csak számítani az egész fúrólyuk hosszára.

A továbbiakban a szabad tagok oszlopa képződik ($LK-6$), ahol ezen tagok száma, az előzőekhez hasonlóan attól függ, hogy a fúrólyuk száraz, vagy aktív fúróoldattal töltött. Az ($K-6$) oszlopos egyenletrendszer megoldása a 6. procedura egyszeri alkalmazásával történik.

Az eredménykijelzés módja hasonló az előző esetekhez.

A fent leírt programot a radioaktív elem-tartalom meghatározására ($\mu I'$ ekv. U 1 gramm közetre) a markovszki térség (irkutszki terület) egy fúrólyukának 1950–2050 m -s szakaszán próbálták ki. A számítások eredményeit a 6. ábrán mutatjuk be. A karotázsgörbe 1. pontjának számítása „a” és „b” esetekben 1.0 percig, „c” esetben 2 percig tart.

„GAM-71” program kezelési utasítása.

A grafikon címének lyukszalagon történő beadásával kezdődik a program munkája. Formája:

GLUBINA: KAVERNOMER: INTENSIVN: SODERGANIE:

Ezután a perforátoron megjelenik a program címe és a WAIT operátoron megjelenik: *PRIGOTOV MATERIAL*. A monitor tetszőleges billentyűjének lenyomása után a program munkája folytatódik.

Ezután a paraméterek bevitele történik a következő formában:

RP – a műszer sugara m -ben;

MUC – az oldat μ -je l/m -ben;

MU2 – a közet μ -je l/m -ben;

IE – etalon mérés;

HN – a kezdeti mélység m -ben;

H – lépés (az elementáris rétegek vastagsága) m -ben;

SO – a karotázis diagram gépbevitelének módja;

AR – a fúróoldat aktivitása;

MAI – maximális intenzitás;

MII – minimális intenzitás;

MAS – maximális tartalom;

MIS – minimális tartalom;

KSOD – tartalom együttható.

SO értékétől függően kerül a gépbe a mérési adatsor.

A gép működése közben a 23. billentyűnek bekapcsolt állapotban kell lennie.

A szelektív gamma-gamma eljárás alkalmazása érckutató fúrásokban

MORVAI LÁSZLÓ – VIOLA BALÁZS

Az előadás hazai érckutató fúrásokban alkalmazott szelektív gamma-gamma módszer legújabb eredményeit taglalja.

A kialakított mérési metodika a szelvényezett összlet össz-fémtartalmának kimutatására alkalmas. A feladat megoldásához olyan mérési paramétereket alkalmaztunk, hogy a közetűrűség változásából adódó hatásokat minimálisra csökkentsük. Különböző szondaelrendezéssel és sugárforrásokkal végzett mérések alapján határoztuk meg az optimális mérési paramétereket.

Továbbiakban az előadás áttekintést ad az energiaszelektív szcintillációs szondával végzendő szelektív gamma-gamma eljárásról, a közetekben előforduló nehézelemek elkülönítésének lehetőségeiről, valamint a fejlesztés irányvonalaival vázolja.

В докладе излагаются последние результаты метода селективного ГГК, применяемого в рудных скважинах в Венгрии.

Разработанная методика позволяет определить суммарное содержание металла в пройденной скважиной толще. Для решения поставленной задачи применялись параметры измерения, при которых эффекты, связанные с изменением плотности горных пород, снижаются до минимума. Оптимальные параметры измерения были определены по данным опытных работ, проведенных с использованием различного расположения электродов зондов и различных источников излучения.

В дальнейшей части доклада рассматриваются вопросы о работах по методу селективного ГГК, проводимых с использованием сцинтилляционных зондов, о возможностях выделения тяжелых элементов, встречающихся в горных породах, а также о дальнейших направлениях развития.

Es werden die neuesten Resultate der bei den einheimischen Erzerkundungsbohrungen angewendeten Gamma-Gamma-Methode besprochen.

Die ausgebildete Messmethodik ist für den Nachweis des gesamten Erzinhaltcs der profilierten Schichtenfolge geeignet. Für die Lösung der Aufgabe werden Messparameter angewendet, um die sich aus der Änderung ergebenden Wirkungen minimalisieren zu können. Auf Grund von mit verschiedenen Sonden anordnungen und Strahlerquellen ausgeführten Messungen wurden die optimalen Parameter bestimmt.

Im Weiteren gibt der Vortrag einen Überblick des selektiven Gamma-Gamma-Verfahrens, welches mit der energieselektiven Szcintillations-Sonde auszuführen ist, dann über die Möglichkeit einer Absonderung der in den Gesteinen vorkommenden Schwerelemente; zum Schluss werden die Richtlinien der Entwicklung skizziert.

Hazánkban igen gyakran fordul elő a hintett jellegű ércesedés. Számos módszert alkalmaztunk az érces fúrásszakaszok elkülönítésére. A PS, kontakt PS, gerjesztett potenciál és indukciós mérések a sajátos ércesedési viszonyok folytán nem adtak minden esetben megbízható eredményt. Az ágyazó és kísérő képződmények megnehezítették az ércesedés kimutatását.

Kovács andezitbreccsa, vagy mészkő ágyazó képződmény fajlagos ellenállása néhány 100 ohmm, tehát az indukciós szelvényezés nem összefüggő ércesedéssel rendelkező területeken nem alkalmazható. A gerjesztett potenciál szelvényezés az érces összletet kimutatta, de annak részletezését nem tette lehetővé. Más esetben pl. a kísérő grafitos összlet gerjeszthető tulajdonságai következtében zavarta a szelvényezést.

A fent említett nehézségek nukleáris érckutató eljárások felé fordították figyelmünket. A fúrásokban kis koncentrációval előforduló galenit, pirit, kalkopirit kimutatása képezte mélyfúrási geofizikai kísérleteink célját.

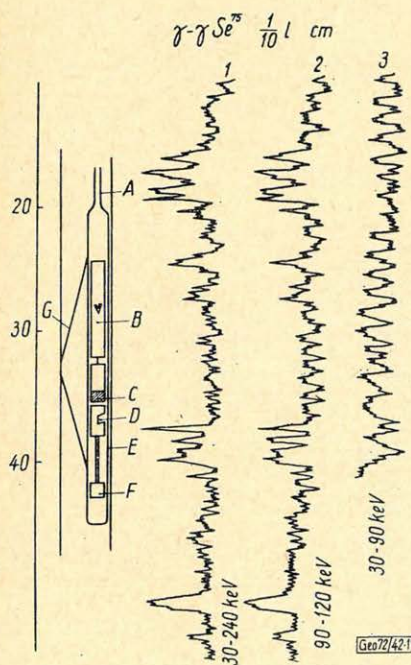
A gamma-gamma eljárást alkalmaztuk az érces szakaszok kijelölésére. A gamma-gamma szelvényezés két eltérő változatban ismeretes: formáció sűrűség-szelvényezés és szelektív gamma-gamma szelvényezés. A formáció sűrűség-szelvényezésnél a sugárforrásból kilépő gamma kvantumok köztelektroonokon történő Compton szóródását regisztráljuk.

A kőzetekben előforduló nehézelemek fotoelektromos hatáskeresztmetszetük következtében a szórt gamma sugárzás szintjét jelentősen befolyásolják. A nehézelem-tartalom (az effektív rendszám) növekedése a fotoeffektus hatását teszi uralkodóvá a Compton effektussal szemben.

A két szelvényezési mód elkülönítéséhez a szórt gamma sugárzás spektrális vizsgálata vezet, ugyanis a fotoelektromos és Compton effektusokat jellemző abszorpciós koefficiensek hányadosa $\tau(E)/\sigma(E)$ meghatározza azt az E energia-értéket, amely a gamma-gamma szelvényezés már említett két változatát elválasztja. A regisztrálandó energiatartományra az alábbi feltétel szükséges (szelektív gamma-gamma mérés esetén):

$$\frac{\tau(E)}{\sigma(E)} > 0,02 \quad (\text{Czubek szerint}).$$

Az effektív rendszám és az E regisztrálási határenergia elméleti összefüggései – a térfogatsúlytól függetlenül – meghatározzák a szelektív gamma-gamma eljárásnál alkalmazandó szondaelrendezést, detektálási módot. Az eljárás hatásossága fokozható lágy primér energiával rendelkező sugárforrások felhasználásával.



1. ábra Физ. 1. Fig. 1.

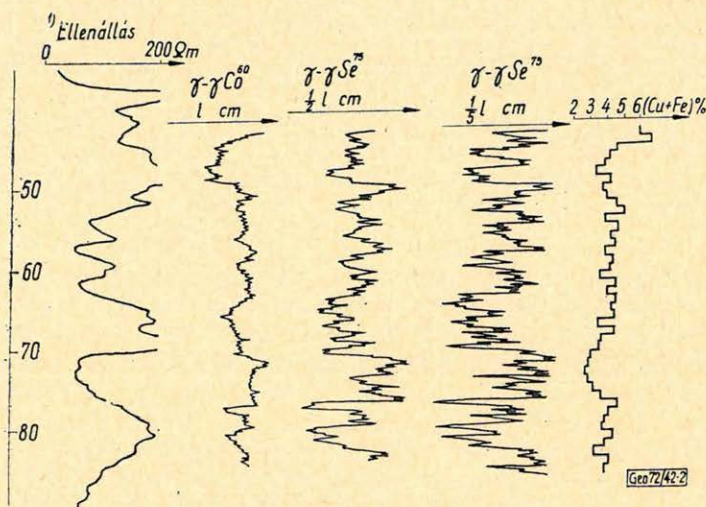
Az ismertetett elméleti megfontolások alapján alakítottuk ki mérési metodikánkat. Az alkalmazott szondaelrendezés lehetővé tette fúrólukviszonyok között a fotoeffektus következtében fellépő intenzitás-csökkenés regisztrálását (1. ábra).

Számos ércutató fúrás mélysége az 1000 m-t is meghaladta, azért biztosítani kellett a megfelelő jelátvitelt és a 20–30 keV-es gamma kvantumok regisztrálására alkalmas nyomásálló műanyag szondaházat. Az ábrán látható szcintillációs szonda és a hozzátartozó berendezés 30 keV-től 500 keV-ig egyidejűleg négy, tetszés szerint változtatható energiatartományban képes méréseket végezni. Az alkalmazott Se^{75} és Am^{241} -es izotópok ólom- és kadmium árnyékolással rendelkező kollimált izotópbefogó szerkezetben nyertek elhelyezést, amely egyúttal lehetővé teszi a szondahosszak változtatását 0,5 mm-es pontossággal.

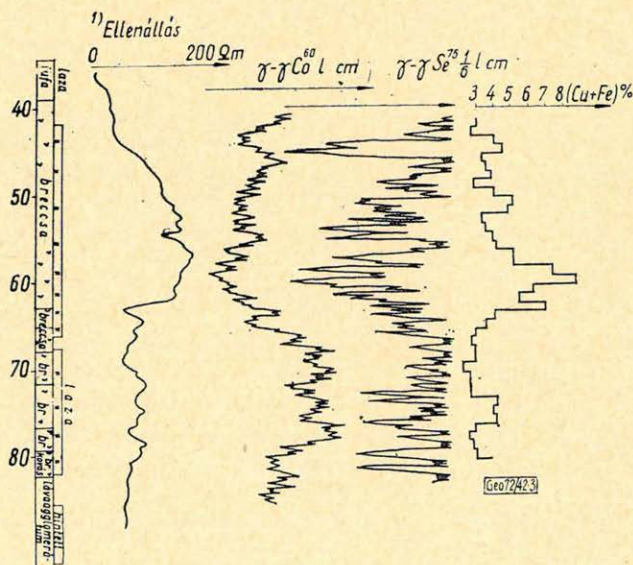
A szelektív gamma-gamma eljárásnál a szondát minden mérésnél megfelelő szerkezettel a fúrólyuk falához szorítottuk. Ennek illusztrálására 76 mm átmérőjű érces fúrásban 63 mm külső átmérővel rendelkező szondával, falhozszorító nélkül végeztünk méréseket különböző energiatartományokban (1. ábra):

1. görbe: 30 keV – 240 keV-ig;
2. görbe: 90 keV – 120 keV-ig;
3. görbe: 30 keV – 90 keV-ig;

Jól látható, hogy egyidőben történt felvételezés mellett kis energiák fogadására alkalmas kapuzás esetén a falhozszorítás hiánya a 3. görbét értelmezhetetlenné teszi.



2. ábra Физ. 2. Fig. 2.



3. ábra Физ. 3. Fig. 3.

A vázolt szondaelrendezés birtokában terepi kísérleteket végeztünk Se^{75} izotóppal, különböző szondahosszakkal. A 2. ábrán látható, hogy a nagyobb szondahossz esetén a közetsűrűség változása nagy mértékben tükröződik a szelvényen. A szondahossz további csökkenése során a sűrűséghatás kisebb mértékű lesz, a kapott anomáliák az érces szakaszokkal összefüggnek.

A 3. ábrán feltüntetett szelektív gamma-gamma szelvényt az előzőknél rövidebb szondahosszakkal vettük fel, továbbra is Se^{75} izotóppal: itt már a sűrűséghatás gyakorlatilag elhanyagolható. A kovás andezitbreccsához kapcsolódó hintett ércesedést rendkívül jól taglalja a szelvény. A kapott szelvény igen jó egyezésben van a magminták alapján nyert elemzési adatokkal, annak ellenére, hogy a maghozatal gyakran nem folyamaatos.

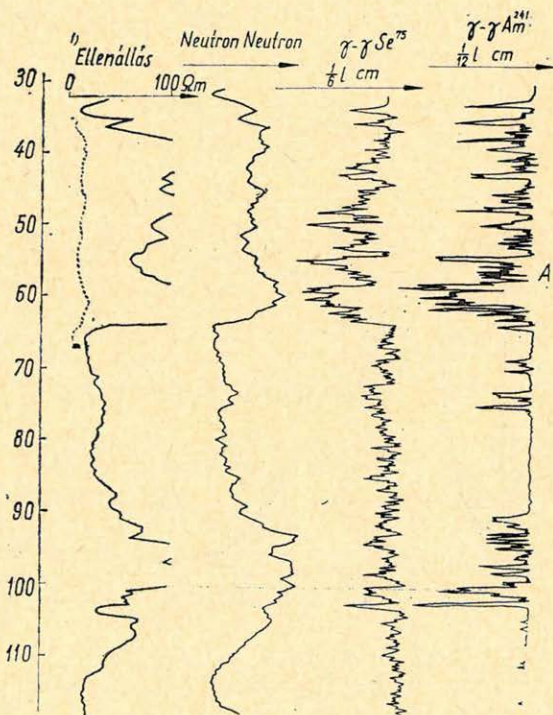
Kutatási területünkön a vas és a réz együttesen fordul elő, ezért Se^{75} -nél lágyabb gamma-sugárforrás alkalmazása látszik célszerűnek.

A 4. ábrán Am^{241} izotóppal felvett szelektív gamma-gamma szelvényt mutatunk be. A szelvényen jól látható, hogy a közetsűrűség hatását minimalisra csökkentettük, a szondahossz további csökkentésével növeltük a felbontóképességet (lásd A és B helyen összehasonlítva a Se^{75} -ös izotóppal, nagyobb szondahosszal felvett szelvénnel).

Az 5. ábrán más kutatási területen mélyült vas- és ólomércet tartalmazó fúrásban Se^{75} -ös izotóppal felvett szelektív gamma-gamma szelvény látható. A 82-es rendszámú ólom koncentrációjában beálló kis-mértékű változás a szelvényen jelentős anomáliákat eredményez.

Az eddig bemutatott szelvények a fúrások összes érc-tartalmának kimutatására alkalmasak.

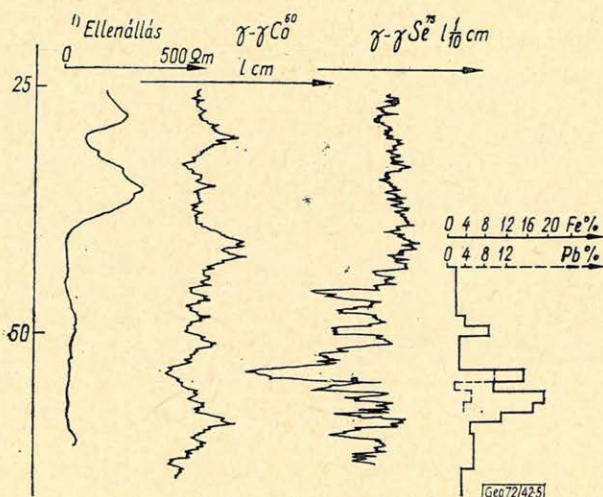
A szelvények mennyiségi kiértékelése céljából modell kísérleteket végeztünk szcintillációs szondával, százcstartornás amplitudó analízátorral. A modell kísérletek során fúrólyuk-körülményeket kívántunk létrehozni, különböző fémek homokba történő keverésével. Modell-méréseink közül néhány spek-



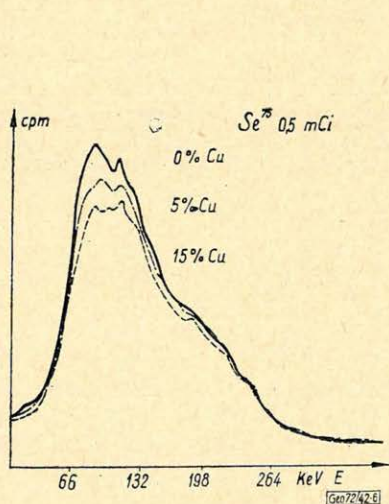
4. ábra Физ. 4. Fig. 4.

trumot kívánunk bemutatni. A 6. ábra homokba kevert réz százalékos tartalmának változásakor kapott spektrumot ábrázol. Látható, hogy a réztartalom növekedésével a spektrum amplitudója ugyan csökken, de az alkalmazott Se^{75} izo-

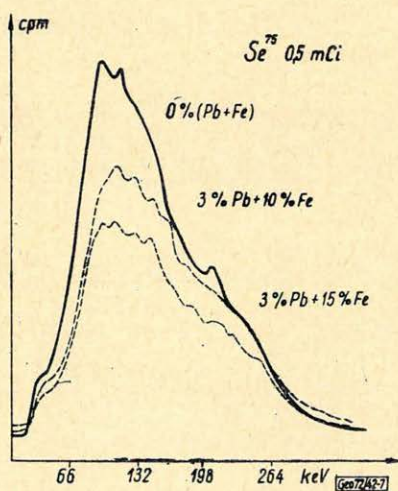
tóppal történt mérés során a fotoeffektus csak korlátozottan jön létre; ez a hatás növelhető, — mint terepi méréseink alkalmával már utaltunk rá — nagyobb primér energiájú sugárforrásokkal, pl. Am^{241} -el.



5. ábra Φuz. 5. Fig. 5.



6. ábra Φuz. 6. Fig. 6.



7. ábra Φuz. 7. Fig. 7.

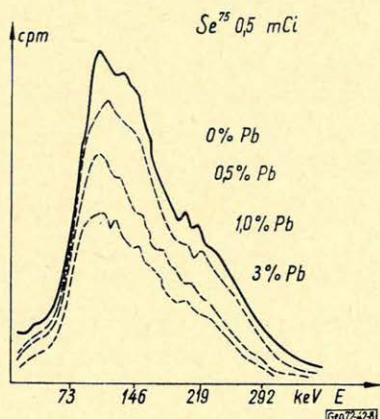
A 7. ábrán az ólom- és vastartalom együttes változtatásakor kapott spektrum látható. 3%-os ólomtartalom változatlanul hagyása mellett a vastartalmat növeltük.

A 8. ábrán különböző ólomkoncentrációk mellett felvett spektrum látható. Az ábrán felül feltüntetett diagram a %-os ólomtartalom és I/I_0 közti összefüggést illusztrálja, ahol

I_0 a fémmentes homoknál kapott beütésszám,

I különböző fémkoncentrációknál kapott beütésszám.

Az ábra alapján világos, hogy 5–6%-os ólomtartalomig alkalmas a görbe mennyiségi kiértékelése. Ennél nagyobb koncentrációk esetén a *K*-befogásból származó karakterisztikus röntgensugárzás miatt a görbe ellaposodik.



8. ábra Φ_{uz} . 8. Fig. 8.

Kutatásunk további célja a különböző fémes elemek elkülönítése. A réztől és vastól az ólom elkülönítését a röntgenradiometrikus eljárással kívánjuk megoldani. A beütésszám és a %-os *réz + vas* tartalom közti összefüggés fúróluk-beli létrehozása kedvező eredménnyel kecsegtet.

Lapszemle

Geophysical Observatory Reports of the Geodetical and Geophysical Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, Year 1970. Observatory of Nagycenk, Sopron, 1971. 142. oldal.

Kiadja az Intézet igazgatója: dr. Tárczy-Hornoch Antal.

A jelentés immár a 14. a Nagycenk-i obszervatórium adatairól. Az első négy még az *Acta Technica Hungarica* hasábjain jelent meg, a többiek pedig már külön füzetben. 1967. óta a jelentések nyelve angol.

A jelentések 1957 és 1960 között csak a földi áramadatokat közölték. 1961 óta mágneses adatok is szerepelnek bennük. 1962-ben a légköri elektromos potenciál-esés, valamint a csúcskísülés adatai is közlésre kerültek, majd 1967-ben ezekhez járultak az ionoszférikus abszorpció-adatok is.

A mostani jelentés beosztása:

Előszó: 3 old.

Földi áramok: 5–60 old. + 9 ábra

Földmágneses adatok: 61–99 old.

Légköri elektromosság: 100–127 old.

Ionoszféra: 129–141. old.

Alföldi Olajbányász, VIII. évf. 2. sz. 1972. február.

Kiss Bertalan: Adatok a Hód – I. sz. fúrás geofizikai kiértékeléséhez, 5 old.

Deres János: Napirenden a mélyfúrási geofizika fejlesztése. 4. old.

T. G.

Automatikus ultrahangos fúrólýukszonda

UHL MANN M. — KROMPHOLZ G. — SEIFERT G. — PELZEL J.

Az irányított kioldási eljárásnak mélyfúrások útján kősonyerés vagy tárolóüregek kiképzése érdekében való alkalmazása mérőberendezések használatát követeli meg az előálló üregek alakjának és méreteinek meghatározására. Egy ilyen mérőberendezés kifejlesztéséről számolunk be, mely ultrahang elven alapszik és különösképpen eleget tesz a maximális információnyerés és a mérési eljárás automatizálása irányában felmerülő követelményeknek.

Ilyen követelmények:

- A berendezés 1500 m mélységig és kb. 60° hőmérsékletig használható legyen,
- A folyadékkal töltött üregek keresztmetszetét az 1–120 m közben mérni lehessen.
- Az üreg fenekén visszatérő anyagok mélységi helyzetét meg lehessen határozni.
- Gyorsaság a mérés folyamán, hogy a kioldási eljárás ilyenkor szükséges kiesési idői csökkenthetőek legyenek.
- Üzembiztonság, egyszerű kezelhetőség és olyan adatkiadási forma, mely gyors kiértékelést és értelmezést tesz lehetővé.

Применение методов направляемого выщелачивания соли через глубокие скважины для получения соль и для образования каверн хранения, требует внедрения измерительной аппаратуры, служащей для определения формы и размеров образовавшихся каверн. В докладе описывается разработка такой аппаратуры, работающей на акустическом принципе отвечающей требованиям, связанным с получением максимальной информации и с автоматизацией измерительного процесса.

Подобными требованиями являются:

1. возможность применения аппаратуры на глубинах до 1500 м при температурах до 60°;
2. возможность измерения поперечного сечения каверн, заполненных жидкостью в интервале от 1 до 120 м;
3. возможность определения глубинного положения материалов, оставшихся на дне каверн;
4. быстрота процесса измерения, позволяющая сократить время простоя, связанного с выщелачиванием;
5. надежность работы, удобность пользования и форма представления данных, позволяющая проводить быструю обработку и интерпретацию данных.

Die Anwendung von Verfahren des gelenkten Aussolens durch Tiefbohrlöcher zur Gewinnung von Steinsalz und zur Herstellung von Kavernen für Speichierzwecke erfordert den Einsatz von Messrichtungen zur Bestimmung von Form und Grösse der entstehenden Hohlräume. Es wird über die Entwicklung einer derartigen Messeinrichtung berichtet, die nach dem Ultraschall-Echolotprinzip arbeitet und insbesondere den Forderungen nach maximalem Informationsgewinn und Automatisierung des Messvorganges Rechnung trägt.

Die wichtigsten Forderungen gegenüber des Messverfahrens sind:

- Einsatzmöglichkeit in Teufen bis 1500 m, bei entsprechenden Temperaturen bis etwa 60 C°.
- Möglichkeit zur messtechnischen Erfassung von Horizontalquerschnitten der flüssigkeitsgefüllten Tavernen im einem Durchmesser von 1 bis 120 m.
- Möglichkeit der Bestimmung der Teufenlage des Rückstandes auf der Kavernensole.
- Hoher Messfortschritt zur Verminderung von Ausfallzeiten für die notwendige Unterbrechung des Aussolprozesses.
- Betriebssicherheit, Einfachheit der Bedingung und eine Form der Datenausgabe, die eine schnelle Weiterbearbeitung und Interpretation ermöglicht.

Bevezetés

A bányászatot, a bányászati geológiát és a geotechnikát néhány esztendő óta egyre jobban érdeklik azon földalatti üregek alakjának és nagyságának meghatározására szolgáló mérési eljárások, amely üregekhez egyébként köz-

vetlenül hozzáférni nem lehet. A legfontosabb vizsgálati objektumok azok a földalatti üregek, amelyeket irányított kilúgozásos eljárással (solution mining) mély fúrólukából történően kőszó-telepekben telepítenek. Az ilyen fajta üregek létrehozása egyrészt a racionális kőszókinyerésre szolgál, hogy különösen a vegyipar által meghatározott egyre fokozódó nátriumklorid világszükségletet kielégítsék. A kilúgozott földalatti üregek rendszere, másrészt a folyékony és gázalakú szénhidrogének tárolásának céljaira egyre inkább világra szóló jelentőségre tesz szert.

A földalatti üregek kilúgozásának technológiájára ma már több kikísérletezett eljárás áll rendelkezésre [1, 2, 3], amelyeket lényegében az jellemez, hogy a fúrólukba a béléscsővezeten kívül egy kettőscsőví járattal is leeresztenek, ahol a kettős cső közötti körgyűrűs üregeken keresztül vezetik be az oldószert, azaz az édesvizet, és a belső csővön keresztül termelik le a keletkező sóoldatot. Ennek a megfordított üzemmódja is lehetséges. A kettős cső és a béléscső közötti körgyűrűs üregrész arra szolgál, hogy ezen keresztül takaró vagy fojtó anyagot (olajat, vagy levegőt) juttassanak a fúrólukba, amely a védőközeg szerepét tölti be, hogy az időnként felfelé történő kilúgozást megakadályozzák.

Ez a kilúgozási fázis az üregképződést különösen horizontális irányban kényszeríti a tervezett szondaátmérő eléréséig. E szélesítő lúgozási folyamat befejezése után a külső csövet feljebb húzzák és ezzel az édesvíz belépésének helyét felfelé helyezik át. Egyidejűleg a védőközeget is leszívják a külső cső felső szintjéig. Ezáltal az oldószert számára egy újabb művelési szeletet tettek hozzáférhetővé. Ez a szakaszonkénti kilúgozás mindaddig tart, mígnem eléri a tervezett kamramagasság szintjét.

A vázolt ún. hidrobeomlásos lépcsőzetes művelési módszert mindenekelőtt akkor alkalmazzák, ha a földalatti üreget kőszó-kinyerésre használják fel, ahol maximális sókoncentrációkat lehet elérni. Ennek ellenére elsősorban a keletkező üreg az érdekes, így aztán változó technológiákat alkalmaznak, amelyek — lemondva a magas oldatkonzentrációkról — gyors üregképződést biztosítanak. Mindkét esetben a telep nem oldható alkotórészei (anhidrit, agyag, gipsz) az üreg talpán rakodnak le és üledékhalmot alkotnak, amely párhuzamosan az üregképződéssel növekszik.

A megoldandó probléma

Nagyon fontos, hogy az üreg geometriáját a kilúgozási folyamat során ismerjük, annak érdekében, hogy

- ellenőrizzük a lúgozási rendszert és optimális haladási módot biztosítunk; különösen
- korán felismerjük az üregképződés anomáliáit, amelyeket a telepanyag inhomogenitásai, haváriák és egyéb hibás üzemmódok hoznak létre;
- ellenőrizzük a hatóságilag, a több földalatti üreg között levő biztonsági pillérekre megadott méreteket;
- mérés technikailag exaktul kimutathassuk a tárolási célokra rendelkezésre álló hasznos térfogatot.

Mindazokat a követelményeket, amelyeket egy ilyen üreg felmérésére szolgáló mérési berendezéssel szemben felállítunk, a következőkben foglalhatjuk össze:

- alkalmazható legyen 1500 m mélységig, ennek megfelelően mintegy 60 °C hőmérséklettartományig;

– tegye lehetővé, hogy a folyadékkal feltöltött földalatti üreg vízszintes irányú keresztmetszetét mérés technikailag meghatározzuk $1-120\text{ m}$ -es átmérő-tartományban;

— meghatározható legyen az üregtalpon felgyülemlett üledék mélységi helyzete;

— a mérés lehetőleg gyors legyen, hogy a lúgozási folyamathoz szükséges kiesési időt csökkentsük;

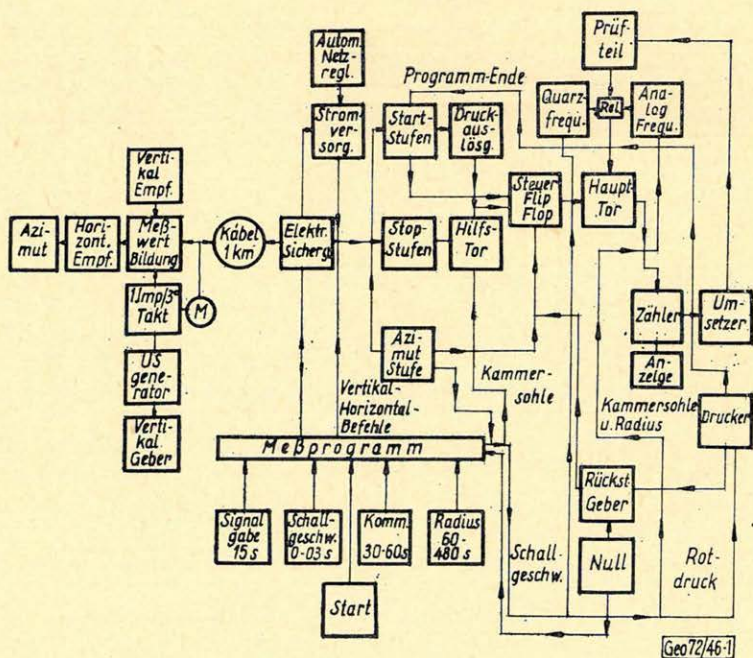
– üzembiztonság, egyszerű kezelés és az adatszolgáltatás olyan formáját biztosítsa, amely gyors, további feldolgozást és értelmezést tesz lehetővé.

Beható laborvizsgálatok és kísérleti elrendezésekben végzett vizsgálatok után a VEB KALI-Kombinát (Sonderhausen) az Elektronik céggel (G. Krompholz, Langenhennersdorf) közösen e mérési probléma megoldására egy olyan hidroakusztikus mérőberendezést fejlesztett ki az ultrahangos visszhang(echo)mérési eljárás elve alapján, amely a felállított követelményeknek megfelel. Hasonló törekvéseket a Szovjetunióból [4], az Egyesült Államokból [5], és a Német Szövetségi Köztársaságból ismerünk [3].

A műszer leírása és a működési elv

Az ultrahangos automatikus fúróluk-szonda a lyukmérőműbe beépített, a mért értékeket átalakító berendezést, kinyomtatós és az ultrahangos szondát tartalmazó vezérlő-műszer szerkezeti egységből áll.

A mérőszonda a mérőkocsi kábeldobjával és a vezérlő készülékkel egy-egyeres fűrólyuk-mérőkábelben keresztül van összekötve. Az 1. ábra az egész mérőberendezés blokk-kapcsolását mutatja. Abból kell kiindulnunk, hogy a



1. ábra. Az ultrahangos automatikus fúrólukszonda blokksémája

Фиг. 1. Блок-схема автоматического скважинного прибора акустического каротажа

Fig. 1. Blockdiagramm der automatischen Ultraschall-Bohrlochsonde

szondát a fúrólyukon keresztül a földalatti üregbe a kívánt mélységig vezettük be, amikor is a csőjáratokat a legfelső mérési keresztmetszet szintje fölé húztuk fel.

I. A vezérlőmű szolgáltatja, illetve szállítja a szondacsatlakozásokon szükséges üzemi feszültséget. Az indító gomb működtetésével a vezérlőműben megindul a programadó. A mérési programra egy teljes keresztmetszet mérésre, egy bizonyos mélységben a következő időterv áll rendelkezésre:

- | | |
|--------------------|--|
| I. 0 – 30 sec | Hangsebességmérés |
| a 12. sec után | A meghatározott hangsebesség kézi kiválasztásához jel |
| II. a 60. sec-ig | A lúgozási üledékig történő távolságmérés (függőleges értelmű mérés) |
| III. a 480. sec-ig | A vízszintes távolságok mérése a földalatti üreg falazatáig. |

A mérőszonda az ultrahanggenerátort, a nagyfeszültségű fokozatot, a motorhajtóművet és ütemadót tartalmazó felső szondatestből, a horizontális és vertikális adó- és vevőpárt tartalmazó alsó forgó részből, a kompaszelektronikából és a reflektortárcsát tartalmazó vertikális távolságmutató rúdból áll.

2. I. programrész – Hangsebességmérés.

Ez a programszakasz szolgáltatja a sókoncentrációtól és ezzel a mélységtől függő hangsebességnek a reflexiós távolságok meghatározásához az echo-útidőkből szükséges ismeretét. A kapcsolási impulzussal forgásnak indul az alsó, a szonda aktív része. Ugyanakkor a meghajtóművel szinkronizált ütemadó, a szondameghajtás névleges fordulatszámánál 3 sec-os időközökben egy tirisztoros fokozaton keresztül adóimpulzusokat ad az ultrahangos adó egyikére. Az I-es és II-es programszakaszokban a vertikális adót vezéreljük. A horizontális adóra és vevőre történő átkapcsolás a III. programszakaszban egy relén keresztül a programidő adóval adott impulzusokkal történik.

Az adótirisztorról egyidejűleg kapacitív módon a gyűjtő impulzusokat, mint indító jeleket az időszámlálás kioldásához a fúrólyuk mérőkábelre csatlakoztatjuk. A hangsebesség meghatározásához a vertikális rezgőfejből 50 cm-es távolságban egy reflexiós tárcsa helyezkedik el. Az ezzel létrehozott, vagy okozott echoimpulzus a vevőtirisztoron történő előerősítés után egy stop-impulzust vált ki, amely a 100 kHz-cel a vezérlőműben lejátszódó időszámlálást (kapukapcsolás) lezárja, ill. befejezi. Számláló-dekádok regisztrálják a kapun keresztül futó számláló impulzusokat. A mérési értékeket átalakító átveszi a számláló dekádokban binérkódokban tartalmazott információt és egy relématrix-szal decimális értékké alakítja át, amelyet azután a kinyomtatómű nyomtat ki. A nyomtatómű tulajdonképpen szerepe mellett a számláló dekádok visszaállítását is elvégzi, mintegy 2 sec-os ábrázolási idő után nullára állít vissza.

A definiált 50 cm-es reflexiós távolság mellett a hangút időt tízszer mérjük meg. Az I. programszakasz vége felé (jeladás a 4. mérőütem után) az útidő mérés kinyomtatott eredményét 1 m-es mérési szakaszra egy frekvenciakapcsolón kézzel leválaszthatjuk. Ezzel azt biztosíthatjuk, hogy a következő II. és III. programszakaszoknál a meghatározott echoidőket a számláló frekvencia variációjával közvetlenül centiméteres mérési távolságban ábrázolhatjuk, illetve nyomtathatjuk ki.

3. II. programszakasz – Vertikális értelmű mérés

A 10. impulzussal a hangsebesség-mérés befejeződik. Az így nyert mérési adat egyidejűleg információt szolgáltat a sóoldat koncentrációs fokára is a vo-

natkozó mélységben. A következő programszakaszt megkülönböztetésül piros színnel nyomtatjuk ki. A vertikális rezgőfej még 10 ütemre be van kapcsolva, bár már az elsőt, a reflektáló tárcsáról keletkezett echót elfojtjuk és megkezdődik a földalatti üreg talpán levő üledék felső szegélye és a szonda közötti távolság mérése.

Ezeket a mérési adatokat automatikusan centiméterben nyomtatjuk ki (1. fent!). Ezzel 60 sec mérési idő telt el.

A 21. ütemmel, a III. programszakasszal kezdődik voltaképpen a fő-program.

4. III. programszakasz — Horizontális értelmű mérés

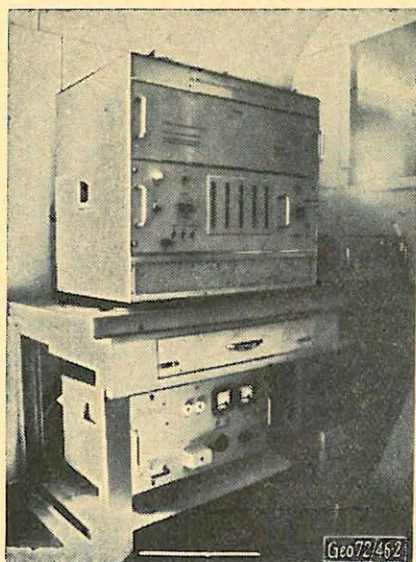
A szondában vannak bekapcsolva a vízszintes átalakítók. Az útidő-, illetve távolságmérés 3° -os szögtávolságokban történik. Ezzel az azimutfüggő kamrarádiuszok meghatározásához teljes keresztmetszetben 120 mérési értéket egyenként osztoztunk el. Ellenőrzésül és a mérési értékek biztosítása érdekében az első 60° -ot ismételt átfedéssel végigmérjük.

A 160. mérés adat után ($10 + 10 + 120 + 20$) a kinyomtató egy záróimpulzust szolgáltat az egész mérési berendezésre vonatkozóan, amely a startimpulzus-alakító impulzus bemenetét lezárja. Egyidejűleg egy elektronikus biztosítás a szonda üzemszükségét kikapcsolja. A mérési berendezés mindaddig működésen kívül van, míg kézzel egy újabb indító parancsot nem adunk egy újabb mérési ciklusra vonatkozóan egy megváltoztatott mérési szinten.

A 2. ábra a vezérlőmű-egységet mutatja a mérő mozgóműben.

5. Ha a horizontális uktrahang-sugár keresztülhalad a mágneses északon, egy kompaszrendszer, amelynek hívóelektronikája van, 2–3 ütemen keresztül piros színű nyomtatást eredményez nulla-centiméteres mérési távolságban. Az impulzusadóknak a szondahajtóművel való szinkronitása miatt valamennyi mérési értéket, az iránymegjelöléstől kiindulól, osztályozhatjuk.

6. Az adófrekvencia mindkét rezgőfejre vonatkozóan 250 kHz. A helyesbítő karakterisztika a horizontális elrendezésre 50%-os amplitúdó-esést mutat



6° -os nyílásszög esetén. A távolságmérés pontossága 3–5%. A közeltartományban levő zavaró közvetlen kapcsoló rezgéseket szűrővel és erősítőszabályozással elnyomjuk. Hiányzó stopjelek esetén (pl. kimaradó echó esetén kedvezőtlen beesési szög következtében) a számláló dekádok pót-stopjeleket szolgáltatnak.

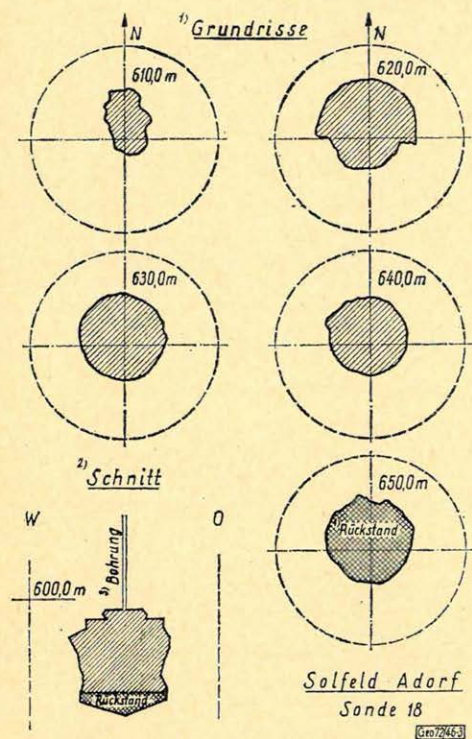
2. ábra. Vezérlőműszer a mérőműben (fent); Mélységkijelző (jobbra); Hálózati feszültségstabilizátor (lent)

Фиг. 2. Устройство управления в измерительной ании (вверху); Показатель глубины (направо); Стабилизатор напряжения сети (внизу)

Fig. 2. Steuerinstrument im Messteil (oben). Tiefenindikator (rechts). Netz-Spannungs-Stabilisator (unten)

A kifejlesztett mérési berendezés az eddigi kétesztendő gyakorlati alkalmazásnál teljes mértékben bevált.

A 3. ábra a Német Demokratikus Köztársaság Adorf-i sómezőjén egy kőskavernában végzett mérés eredményét mutatja.



10 méteres távolságokban 5 alaprajzot mutatunk be, amelyeket az ultrahangos szondával 610 és 650 m-es mélységekben, illetve ezek között mértünk be. Az alaprajzok azt is lehetővé teszik, hogy minden egyes azimutra vonatkozóan függőleges értelmű ábrázolást is készítsünk. Az ábrán a metszetet keletnyugati irányban mutatjuk be. Ezen kívül az oldhatatlan üledék felső szegélyének mélysége is felismerhető, amely a vertikális értelmű mérésből adódik.

A mérőműszerrel nyert eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy a földalatti üreg geometriájára kapott információk fontos útmutatásul szolgálnak a kilúgozási folyamat vezérlésére és kézbentartására vonatkozóan és egyidejűleg megfelelnek azoknak a követelményeknek, amelyeket a bányaműszaki-biztonsági dokumentációk a kilúgozással keletkező üreganyagokra vonatkozóan tartalmaznak.

3. ábra. Példa az ultrahangos automatikus fúrólúkszondával végzett földalatti üregmérésre

Фиг. 3. Пример измерения подземной каверны при помощи автоматического скважинного прибора акустического каротажа

Fig. 3. Beispiel einer unterirdischen Hohlraum-Messung ausgeführt mittels der automatischen Ultraschall-Bohrlochsonde

IRODALOM

- [1] Bachman H.: Gelenktes Aussolen im Steinsalz, Bergakademie 18 (1966) 11, 659. old.
- [2] Neuber L.: Kalisalzgewinnung durch gelenktes Aussolen, Bergakademie 17 (1965) 11, 664. old.
- [3] Kahlert O.: Herstellung und Betrieb von Tiefspeichern für Kohlenwasserstoffe, Kernabfälle und Pressluft aus markscheiderischer Sicht, Mitteilungen aus dem Markscheidewesen 76 (1969) 4, 237. old.
- [4] Aranovic V. B.: Pribor dlja semki podzemnyh kamer (Gerät zur Vermessung untertägiger Kammern), Isv. vyss. uč. zaved., gorn. zurnal (1965) 9, 32. old.
- [5] Chisholm J. F. — Patterson C. D.: Sonar Caliper Simplifies LPG storage surveys., Petrol. Eng. 38 (1968) 1, 90. old.

A függőleges sűrűségi határfelületek interpretálása a nehézségi anomáliák térképéből, digitális számítógép segítségével

J Á N Š E F A R A

A dolgozat a nehézségi anomália-kép automatikus interpretációját javasolja a függélyes sűrűségi határok meghatározására közelítő geológiai helyzetekben általános paraméterekkel. A módszer alapjául a „template analysis” (H. Linsser 1967: Investigation of Tectonics by Gravity Detailing, Geophysical Prospecting No 3, 1967) szolgál, melyet a tektonikai interpretációra alkalmaztunk.

Az anyagi felsíkra vonatkozó elméleti görbét (egyszerűsített függélyes határfelület) a mért anomáliatérrel összehasonlítva különböző helyeken és irányokban, a koincidencia-kritérium alapján meghatározzuk a vertikális sűrűségi határok optimális paramétereit, vagyis a fekvést, a szöget (geológiai értelemben az irányt), az ekvivalens mélységet és a határfelület maximális határfelületét ($E = 0,0419 \cdot \sigma \cdot m$, ahol σ a sűrűségugrás és $m = h_2 - h_1$ a határfelület vertikális kiterjedése).

A dolgozat elméleti és gyakorlati alkalmazási példákkal egészül ki.

Доклад посвящен машинной интерпретации аномального поля силы тяжести при приближении геологических условий на вертикальные границы раздела плотности с общими параметрами. Метод основан на „template analysis” (H. Linsser 1967: Investigation of Tectonics by Gravity Detailing, Geophysical Prospecting № 3, 1967), примененном при интерпретации тектоники.

Сравнив измеренное аномальное поле в разных местах и направлениях с теоретической кривой для вещественной полуплоскости (упрощенная вертикальная граница раздела), определяем при помощи критерия совпадения оптимальные параметры вертикальной границы раздела плотности, т.е. положение, угол (в геологическом смысле направление), эквивалентную глубину и максимальный эффект границы раздела $E = 0,0419 \cdot \sigma \cdot m$ (где σ — избыточная плотность на границе раздела плотности и $m = h_2 - h_1$, вертикальный диапазон границы раздела).

Доклад дополнен теоретическим и практическим примером применения метода.

Der Vortrag schlägt die automatische Interpretation des anomalen Schwerefeldes bei Approximation der geologischen Situation für die vertikale Dichtegrenze mit allgemeinen Parametern vor. Als Grund dieser Methode gilt „Template analysis” (H. Linsser 1967: Investigation of Tectonics by Gravity Detailing, Geophysical Prospecting No 3, 1967) verwendet bei der Interpretation der Tektonik.

Durch den Vergleich der theoretischen Kurve für die materielle Halbebene (vereinfachte vertikale Grenzfläche) mit dem gemessenen Anomalienfeld an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Richtungen bestimmen wir mit Hilfe des Kriteriums der Koinzidenz die optimalen Parameter der vertikalen Dichtegrenze, d. i. die Lage, den Winkel (im geologischen Sinn die Richtung), äquivalente Tiefe und die Maximalwirkung der Grenzfläche $E = 0,0419 \cdot \sigma \cdot m$ (wo die Dichtedifferenz und $m = h_2 - h_1$, den vertikalen Bereich der Grenzfläche bedeutet).

Der Vortrag wird durch Beispiele der Anwendung der Methode an einem theoretischen und einem praktischen Beispiel ergänzt.

A geológiai gyakorlatban túlnyomóan olyan anomáliatestekkel közelíthető struktúrák fordulnak elő, melyek erősen nem izometrikusok, vagyis egyik méretük egész nagyságrenddel eltér a többitől. Ezen típussal a gravimetriában a határfelületek interpretálásának feladata jár együtt: az anomáliák transzformálása és lokalizálása fiktív eredményekhez vezet.

A vízszintes határfelületek undulációjának interpretálása általánosan használatos. A függőleges határfelületek területi vizsgálata nagy geológiai hasznosságra tett szert, főleg Linssernél az 1967-es évben az ő „*template analysis*”-ének alkalmazásával a tektonika interpretálására. A jelen munka tulajdonképpen az említett Linsser-féle megoldásból ered, bár a számolás technikája eltérő. Úgyszintén törekedtünk a feladatot általánosítani.

A módszer alapelve az, hogy a lemért anomália-térre különböző helyeken és irányokban a legkisebb négyzetek módszerével elméleti görbéket helyezünk rá a határfelület különböző mélységei részére és a tényleges és az elméleti tér maximális egyezése alapján a lemért térhez az elméleti paramétereit rendeljük hozzá. Az egyezés kritériuma a Linsser által javasolt koincidencia (c)-kritérium (1. a. ábra).

Ha a határfelületet az X_0 pontba helyezzük és ennek tényleges hatását az elméletivel pótoljuk, akkor a kritérium menetét az x tengely irányában a felületre merőlegesen az 1b. ábrán láthatjuk, amikor is a megadott határfelület (h_0) mélysége és az elméleti görbe határfelületének (h) mélysége megegyezik. A koincidencia menetét az 1b. görbe maximum-pontjában nem egyenlő mélységek mellett az 1c. ábra mutatja. Ezen két görbéből látni, hogy a határfelület kiválasztása vízszintes irányban jól megtörténhet, függőleges irányban a kiválasztás (iránya) valószínűleg függni fog a tér zavartsági fokától.

A függőleges sűrűségi határfelület elméleti teréről az anyagi félsík terét használtuk, amely a lépcső terétől kissé eltér ugyan, azonban előnyös képlete egyszerűsége és könnyű módosíthatósága folytán. Az együtthatók útján ez így adható meg:

$$b_s = E \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} (\arctg p.s.),$$

ahol:

$E = 2\pi H m \sigma$ a Bouguer-féle lemez hatása m vastagság és σ sűrűség mellett;

$p = \frac{l}{h}$ – a megadott tér interpolációs lépése (l) és a félsík mélysége (h)

közötti viszony;

$s = 0 \pm 1 \dots \pm O$ – szám, amely megadja a számított pont helyzetét.

Az elméleti határfelület mélységének változását nagyon könnyen pótoljuk a megadott tér k -szoros lépésének kiválasztásával. Az l , p , O paraméterek megadott tér előzetes megítélésétől függően választhatók,

Egyszerű átalakítás után az E kiszámítására felírhatjuk ezt a képletet:

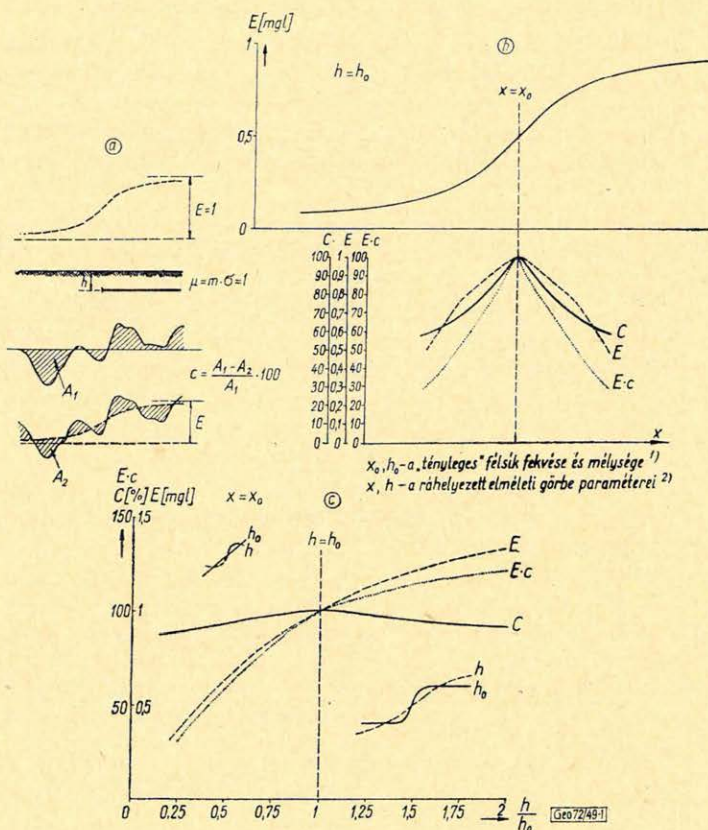
$$E = \frac{\sum_{-o}^{+o} (\Delta g_x - R) a_s}{\sum_{-o}^{+o} a_s^2},$$

ahol: $x = s + x_0$,

$R = \Delta g_x$ középvértéke az $\langle x_0 - \sigma, x_0 + o \rangle$ intervallumban

$$a_s = \frac{1}{\pi} \arctg p.s.$$

A függőleges határfelület megvizsgálható paraméterei így x_0 (kétdimenziós feladat mellett függ az y -tól), E és h . Minthogy négyzetes hálózattal adott tényleges tér esetén nem lehet az x tengely függőlegességének feltételét a határfelületen betartani, további paramétert vezettünk be az α szög alakjában.



1. ábra. Kritériumok kiszámítása és ezek elméleti menete vízszintes és függőleges irányban

1/a. ábra. Az elméleti és mért görbe koincenciájának (c) kiszámítása

1/b. ábra. A c menete az x tengely irányában $h = h_0$ mellett

1/c. ábra. A c lefutása az $x = x_0$ és $h = h_0$ mellett;

(x_0, h_0 - a „tényleges” felsík fekvése és mélysége)

(x, h - a ráhelyezett elméleti görbe paraméterei)

Fig. 1. Вычисление критериев и их теоретический ход в горизонтальном и вертикальном направлениях

Fig. 1/a. Вычисление совпадения (c) теоретической и измеренной кривых

Fig. 1/b. Ход c по оси x при $h = h_0$;

Fig. 1/c. Ход c при $x = x_0$ и $h = h_0$;

(x_0, h_0 - положение и глубина „действительной” полуплоскости)

(x, h - параметры наложенной теоретической кривой)

Fig. 1. Berechnung von Kriterien und ihr theoretischer Gang in horizontaler und vertikaler Richtung

Fig. 1/a. Berechnung der Koinzidenz (c) der theoretischen und gemessenen Kurve

Fig. 1/b Gang von c in der x -Richtung für $h = h_0$

Fig. 1/c Gang von c für $x = x_0$ und $h = h_0$

(x_0, h_0 : Lage und Tiefe der wirklichen Halbebene)

(x, h : Parameter der superponierten theoretischen Kurve)

Az α szög változásával gyakorlatilag változik a vizsgált határfelület mélysége. A megadott és ráhelyezett mélység eltérése esetén ugyanúgy az x_0 pontban kapjuk a c maximumot, de ha az α nagyon kicsi és $h_0 \rightarrow \infty$, akkor a c maximum kiválasztása nem lehetséges. Ebből az okból ismételjük a számítást függőleges irányban.

A számítás menete

A négyzetes hálózatban, amelyen a lemért Δg_{xy} tér adott, egy tetszőszerinti irányt x tengelynek választunk.

1. Az x tengely irányában az a_s görbe lépésenkénti ráhelyezésével és a maximum c segítségével meghatározzuk az $x_0(o)$ -t, és az E -t ebben a pontban E_0 -val jelöljük.

2. A szomszédos szelvényekben ($\pm 1 - \pm 2$) az E_0 számára kiszámíthatjuk az $x_0(y)$ -t és a x_0 értékeiből kiszámíthatjuk az előzetes α szöget.

3. Az $x_0(o)$ pont környékén újból kiszámítjuk az $x_0(y)$ -t, amikor is a görbét az előzetes α szögre függőlegesen helyezzük rá. Az x_0 értékeiből újból kiszámítjuk az α -t. (A Δg értékek interpolálása a négyzetháló pontjain kívül egyszerű interpolálással végrehajtható:

$$\Delta g = \Delta x \cdot \Delta y (\Delta g_{x,y} + \Delta g_{x+1,y+1} - \Delta g_{x+1,y} - \Delta g_{x,y+1} + \Delta x (\Delta g_{x+1,y} - \Delta g_{x,y}) + \\ + \Delta y (\Delta g_{x,y+1} - \Delta g_{x,y}) + \Delta g_{x,y}.$$

4. Az $x_0(o)$ pont körüli értékekből és az α szögből kiszámíthatjuk az $E - 1$ és a c -t, az y , $x_0(O)$, α , E , c és az Ec kinyomása után folytatjuk a számolást addig, amíg nem megyünk át a négyzetesháló összes pontjain.

5. x tengellyel a második háló irányt választjuk és végrehajtjuk az $1-4$ pontokat.

6. Megválasztjuk a $\Delta g_{x,y}$ értékek k -szoros kiválasztását és ismételjük az $1-5$ pontokat addig, amíg az összes választott k számára nincs elvégezve a számítás.

7. A gépszámítás után a c maximumok alapján a határfelületek egyes lefutásaihoz optimális mélységet rendelünk hozzá (1c. ábra).

A választott eljárás legjobban bevált, ha a határfelület optimális mélységét is meg akarjuk határozni.

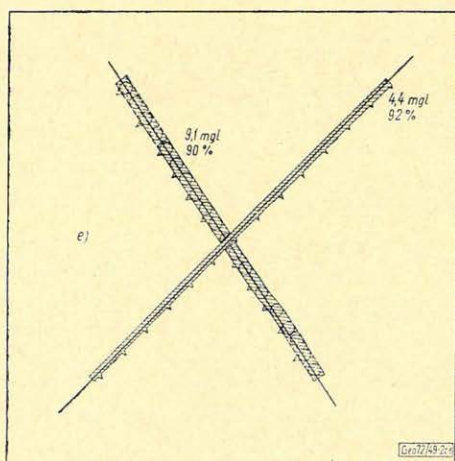
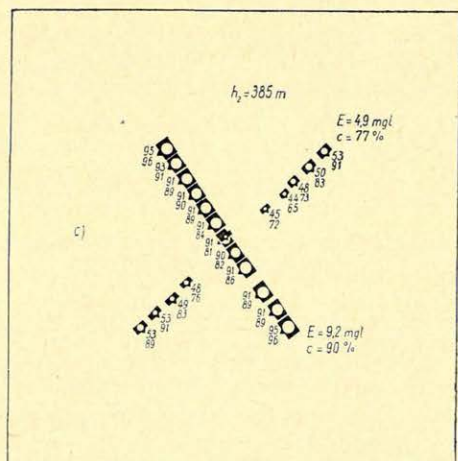
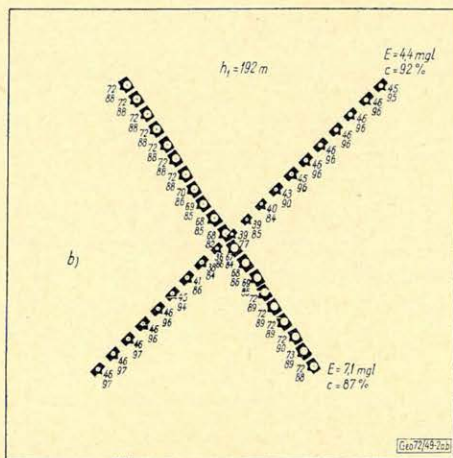
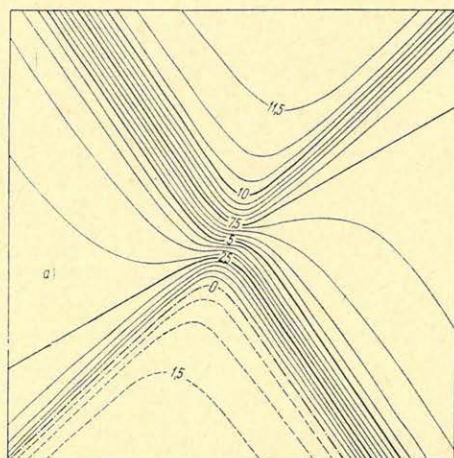
Habár a c menetének maximuma van az általános szög mellett a határfelület és az x tengely között, szükséges a maximumát a mellék-profilokon is megfigyelni, éspedig a következő okból:

Ha a ráhelyezett görbe mélysége nagyobb volna, mint a vizsgált határfelületé, a c maximumot a határfelülethez ferde irányban kapjuk.

Minthogy a módszer totális térrel dolgozik, két általános szög alatt metsző határfelület szuperpozíciója nem mindig engedi meg a 2. lépéssel kiszámítani a pontos szöget. A határfelület menetének a rá merőleges irányban való vizsgálatánál egy további határfelület „hozzájárulását”-át vagy egy a vizsgálatra merőleges irányú regionális terét lehet approximálni anélkül, hogy a felület lefutását eltorzítanánk. A mi esetünkben ezt a hatást másodfokú görbével approximáljuk. Ha a vizsgált határfelület elegendő közelében létezik egy további, ez az E effektust befolyásolja, vagyis ez nagyobb, vagy kisebb lesz, ami azt jelenti, hogy az E effektusnak nincs mindig pontos fizikai értelme. Egy vizsgált határfelület környezetében egy vagy több párhuzamos határfelület „hozzájárulását” is meghatározhatjuk, ez a probléma szükség esetében megoldható.

Példák az eljárás felhasználásához

A számítás ellenőrzése érdekében egy elméleti kétfélsíkos modellt választottunk, különböző mélységgel, intenzitással és iránnyal (2a. ábra). A modell matematikailag nem volt pontosan meghatározva, az volt a törekvésünk, hogy olyan feltételeket szimuláljunk, amilyenek a gyakorlati tereknél rendszerint adóttak.



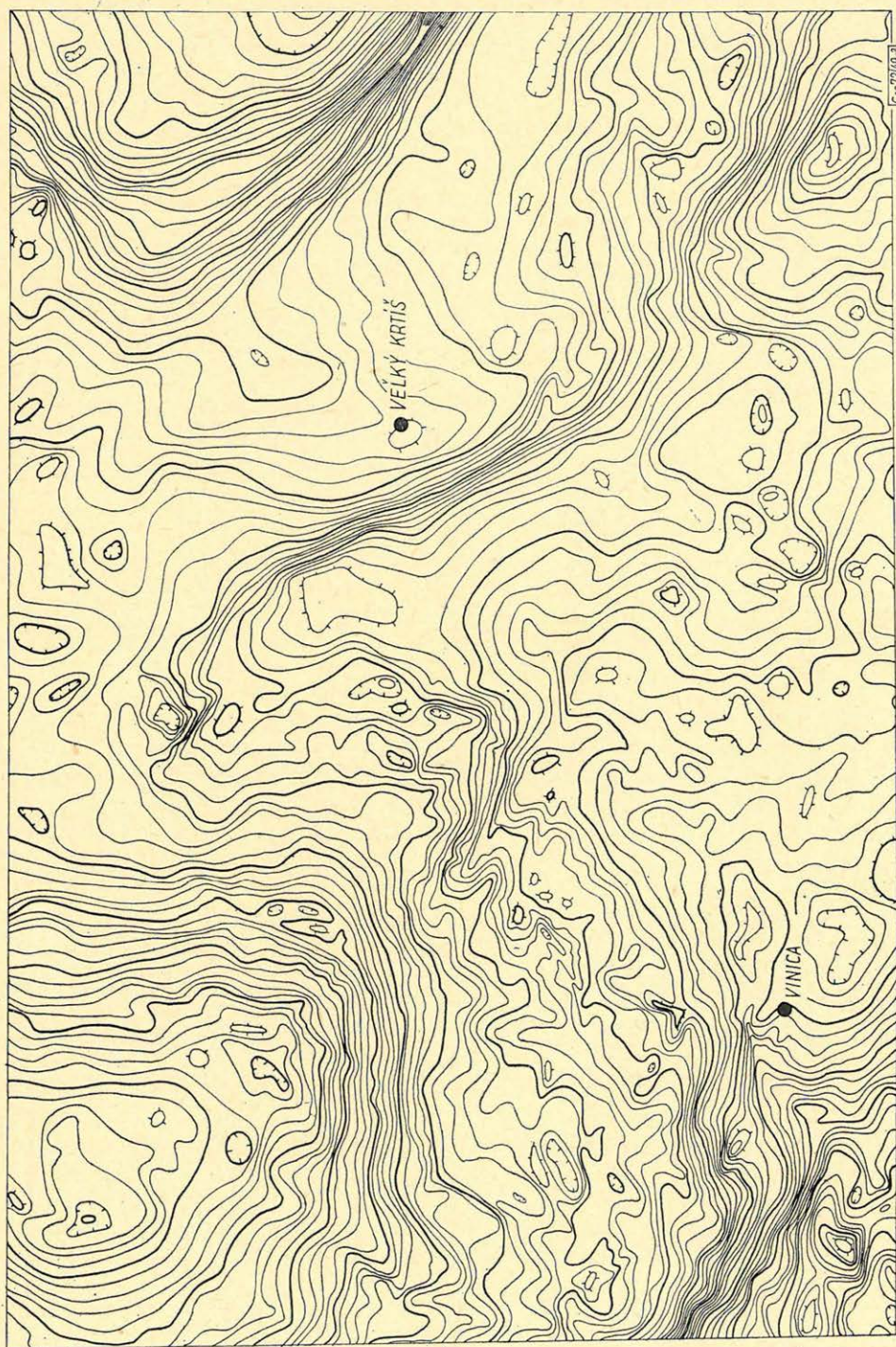
2. ábra. A gépi interpretáció eredménye a modellen;

2/a. ábra. A modell nehézségi hatása; 2/b. ábra. Interpretáció h_1 mellett; 2/c. ábra. Interpretáció h_2 mellett; 2/e. ábra. Végső interpretáció

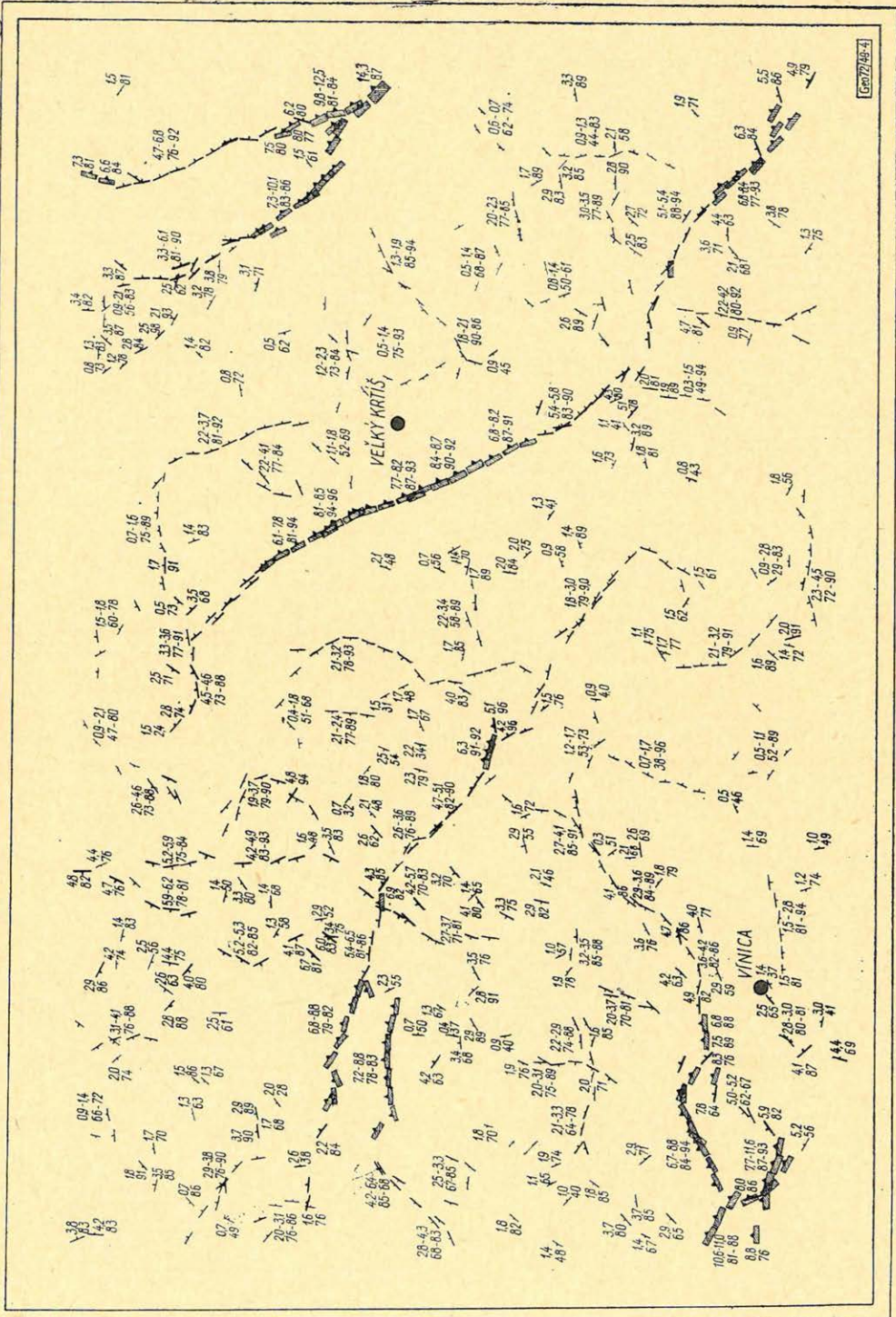
Фиг. 2. Результаты машинной интерпретации на модели 2/а: гравитационный эффект модели; 2/б: интерпретация при h_1 ; 2/в интерпретация при h_2 ; 2/г: окончательная интерпретация

Fig. 2. Ergebnis der maschinellen Interpretation am Modell

2/a. Gravitationseffekt des Modells; 2/b. Interpretation bei h_1 ; 2/c. Interpretation bei h_2
2/e. Endgültige Interpretation



3. ábra. A teljes Bouguer-anomáliák térképe az Ipoly medence vidékén. (Nem titkos kivitelben.)
 фиг. 3. Карта полных аномалий Бузг в районе бассейна р. Иполь (в несекретном исполнении)
 Fig. 3. Vollständige Bouguer-Anomalien-Karte im Gebiet des Ipolybeckens (in nicht geheimer Ausführung)



4. ábra. A függőleges határfelületek végső interpretálása az Ipoly medence vidékén
разделов в районе бассейна р. Иполь

A választott teret az $l = 250$ m lépéssel interpoláltuk. Az elméleti görbék számára ezeket a paramétereket választottuk: $p = 1, 3$; $o = \pm 3$; ez azt jelenti, hogy a vizsgált határfelület minimális mélysége (192 m) kisebb, mint a térkép interpolációs lépése. A görbe 7 ponttal van megadva, a felületen 49 ponttal. A görbe terjedelme 84%-os (a görbe terjedelme 100%-os akkor volna, ha ezt $+\infty$ -tól $-\infty$ -ig fektetnénk). Ezeket az értékeket általában szándékosan alacsonyoknak választottuk, majdnem az elviselhetőség határán. Az o növelésével növekszik a számításhoz szükséges gépidő, viszont a p csökkenésével vagy csökken az l lépés és a lyukasztott állandók terjedelme növekszik, vagy növekszik a vizsgált határfelület minimális mélysége.

A számítás eredményei a 2b, c, d ábrán láthatók. A 2e ábra az interpretáció állapotát mutatja a paraméterek végleges kiválasztása után az 1/c. ábra értelmeiben. Különbségek a koincidenciában az egyes mélységekre vonatkozóan aránylag kicsik, a határfelület optimális kiválasztása azonban lehetséges.

A módszer praktikus használatát a 3. és 4. ábra ábrázolja. Az egyes határfelületek mélységi kiválasztása nem volt egyértelmű, valószínűleg nagyon közeli határfelületek egyetlen zavarává egyesülnek, pl. mint ferde lépcső kis szöggel, vagyis a meghatározott ekvivalens mélység ebben az esetben nagyon torzult, ami a görbéknek a két geometriai test feletti eltéréséből világos.

Véggövetkeztetés

Az a véleményem, hogy az eljárást még tovább lehet fejleszteni. Használatának potenciális lehetőségei adódnak elsősorban hegyes vidékeken, ahol az elméleti görbét a talaj-felszíntől függően választhatjuk és mindig egy konkrét észlelési görbe, vagy felület részére számíthatjuk ki, amikor is nemcsak függőleges határfelületet, hanem szabadon választott testet vizsgálhatnánk. Bízonyos feltételek mellett lehetséges volna a mért görbe aszimmetriájának megfelelően a sűrűségi határfelület ferdeségét meghatározni.

A módszer mostani állapotában is képes helyes alkalmazásával kikutatni a geológia szempontjából érdekes és a geológusok számára érthető formában megadott paramétereket.

IRODALOM

- [1] Andrejev B. A. — Klusin I. G., 1962: Geologiceskoje isztolkovanije gravitacionnych anomalij. Gostoptechizdat, Leningrad, 1962.
- [2] Böhm J., 1964: Vyrovňovací počet. SNTL Praha, 1964.
- [3] Linsser H., 1967: Investigation of Tectonics by Gravity Detailing, Geophysical Prospecting Vol. XV., No 3, 1967.

Gravitációs és földmágneses anomáliák háromdimenziós értelmezése

H A Á Z I S T V Á N

A nagyteljesítményű számítógépek alkalmazása lehetővé teszi, hogy a gyakorlati gravitációs és földmágneses mérések eredményeinek értelmezésére eddig csaknem kizárólag alkalmazott „kétdimenziós” fiktív hatótestek helyett a valóságnak megfelelő „háromdimenziós” hatókat vegyük figyelembe. A legegyszerűbb ilyen háromdimenziós hatótest (a gyakorlati szempontból alig tekintetbe vehető gömb után) a szokásos földi koordinátarendszer tengelyeivel párhuzamos élű, tehát függőlegesen álló, vagy vízszintesen fekvő derékszögű hasáb. Más ható-test, vagy ható-tömb kellően sűrű beosztással ilyen derékszögű hasábokra bontható és hatása ezek hatásából a felbontás sűrítésével egyre növekvő pontossággal összehelyezhető. Ezért egyre fokozódik a jelentősége a derékszögű hasáb gravitációs és mágneses hatásának kiszámítására vonatkozó eljárásoknak és ezek gépi programozására is igen alkalmassnak bizonyulnak.

Az előadás a gravitációs és földmágneses anomáliák háromdimenziós értelmezésére ilyen értelemben alkalmas képletek néhány egyszerű változatát közli.

Применение быстродействующих ЭВМ позволяет, вместо применявшихся до сих пор почти исключительно „двумерных” фиктивных возмущающих тел, учитывать „трехмерные” тела для интерпретации результатов гравитационных и магнитометрических исследований. Наиболее простым телом (вслед за шаром, который для практических целей едва ли может учитываться) является прямоугольная призма, грани которой параллельны осям обыкновенной земной системы координат, следовательно, эта призма стоит вертикально или лежит горизонтально. Другие возмущающие тела или блоки могут разбиваться на подобные прямоугольные призмы и их эффекты могут складываться из эффектов последних, причем точность увеличивается с сужением разбиения. В связи с этим все большее значение приобретают способы вычисления гравитационного и магнитного эффектов прямоугольных призм, причем они оказываются удобными для машинного программирования.

В докладе приводятся некоторые простые варианты формул, применяемых для трехмерной интерпретации гравитационных и геомагнитных аномалий.

Die Anwendung leistungsfähiger elektronischer Rechenautomaten ermöglicht es, dass zur Interpretation der Ergebnisse der praktischen gravimetrischen und geomagnetischen Messungen anstatt der bisher fast ausschliesslich angewandten fiktiven „zweidimensionalen” Störkörper, die der Wirklichkeit besser entsprechenden „dreidimensionalen” Störkörper in Betracht gezogen werden. Der einfachste derartige dreidimensionale Störkörper ist (nach der vom praktischen Gesichtspunkt aus kaum in Betracht kommenden Kugel) die mit ihren Kanten zu dem üblichen geodätischen Koordinatensystem parallel liegende, d. h. vertikal stehende oder horizontal liegende orthogonale Prisma. Anders geformte Störkörper oder Störblöcke können durch genügend dichte Aufteilung in derartige orthogonale Prismen aufgeteilt werden und der Störeffekt ist aus den Effekten der einzelnen Teilprismen bestimmbar, wobei die Verdichtung der Aufteilung eine wachsende Genauigkeit sichert. Deshalb wird die Bedeutung der auf die Berechnung des gravimetrischen und geomagnetischen Effektes der orthogonalen Prismen bezogenen Methoden immer grösser und diese erweisen sich für eine Anwendung an den Rechenautomaten als recht brauchbar.

Der Vortrag befasst sich mit einigen einfachen Varianten dieser Formeln, die in diesem Sinne für eine dreidimensionale Interpretation der gravimetrischen und geomagnetischen Anomalien geeignet sind.

A nagyteljesítményű számítógépek alkalmazása lehetővé tette, hogy a gravitációs és földmágneses mérések eredményeinek értelmezésére eddig csaknem kizárólag alkalmazott fiktív „kétdimenziós” hatótestek helyett a hosszadalmas számítások miatt eddig mellőzött valóságos háromdimenziós hatókat vegyük tekintetbe.

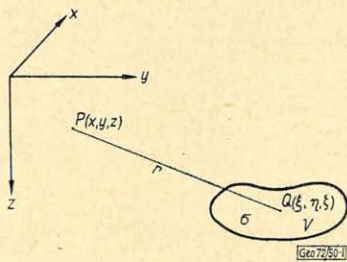
A legegyszerűbb ilyen háromdimenziós hatótest (a gyakorlati szempontból alig tekintetbe vehető gömb után) a szokásos földi, illetve földmágneses koordi-

nátarendszer tengelyeivel párhuzamos élő *homogén derékszögű hasáb*. Más homogén vagy homogén részekből összetett hatóttest bizonyos közelítéssel ilyen homogén derékszögű hasábokra bontható és gravitációs, illetve mágneses hatása ezek hatásából a felbontás sűrítésével egyre növekedő pontossággal össze-tehető.

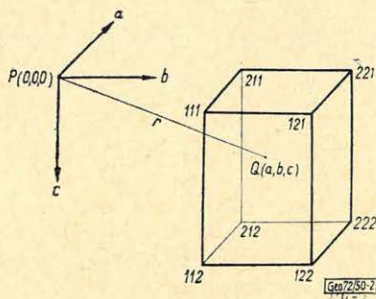
A homogén derékszögű hasáb gravitációs és mágneses hatásának ilyen értelmű kiszámítására vonatkozó eljárások gépesítése is igen alkalmasoknak bizonyultak. Ezért ezek az eljárások a mai nemzetközi szakirodalomban kellő figyelemben részesülnek és az alkalmazásuknak is egyre tágabb tere nyílik.

* * *

Ismeretes, hogy a σ sűrűségű V térfogatú homogén hatóttest tömegvonzásának vagy gravitációs hatásának U potenciálja a test ξ, η, ζ pontjától r távol-ságra levő x, y, z pontban így fejezhető ki (1. ábra):



1. ábra Фиг. 1. Fig. 1.



2. ábra Фиг. 2. Fig. 2.

$$U(x, y, z) = f \sigma \iiint_V \frac{1}{r} d\xi d\eta d\zeta = f \sigma u(x, y, z), \quad (1)$$

ahol f a tömegvonzás *NEWTON*-féle állandója, és

$$r^2 = (\xi - x)^2 + (\eta - y)^2 + (\zeta - z)^2, \quad (2)$$

$$u = \iiint_V \frac{1}{r} d\xi d\eta d\zeta = u(x, y, z). \quad (3)$$

A V hatóttest tömegvonzása által az x, y, z pontban előidézett gravitációs hatás, vagy anomália x, y, z irányú derékszögű komponensei ennek a U potenciálnak az x, y, z koordináták szerint képezett deriváltjai. Tehát pl. a z -komponens (a deriváltat a deriválási változó indexül írásával jelölve):

$$\Delta g = U_z = f \sigma \iiint_V \left(\frac{1}{r} \right)_z d\xi d\eta d\zeta = f \sigma u_z \quad (4)$$

A U_x, U_y, U_z komponenseknek a V hatóttest tömegvonzása okozta térbeli változására e komponensek gradiensei, tehát a U potenciál x, y, z szerint

képezett második deriváltjai jellemzők. Ezek természetesen u megfelelő második deriváltjainak f_{σ} -szorosai.

A tárgyalás egyszerűsítésére a hatótest ξ, η, ζ pontjának az x, y, z pontra vonatkozó relatív koordinátáit jelöljük a, b, c -vel:

$$\xi - x = a \quad \eta - y = b \quad \zeta - z = c. \quad (5)$$

E jelöléssel a távolság négyzete:

$$r^2 = a^2 + b^2 + c^2 \quad (6)$$

és a ható testre vonatkozó ξ, η, ζ szerinti integrálok nyilván megegyeznek az a, b, c változók szerint képezett integrálokkal. Tehát pl.

$$u = \iiint_V \frac{1}{r} da db dc = u(x, y, z). \quad (7)$$

A U , illetve u potenciált és deriváltjaikat kifejező integrálok meghatározása akkor a legegyszerűbb, ha a V hatótest az x, y, z koordinátatengelyekkel párhuzamos élű és csúspontjainak derékszögű koordinátaival megadott *homogén derékszögű hasáb*. (2. ábra) Ugyanis ekkor e háromszoros integrálok körében is van értelme a határozatlan integrál vagy primitív függvény fogalmának:

A háromszoros integrálok körében az $\frac{1}{r}$ integrálandó függvény határozatlan integrálja vagy primitív függvénye az integrálás a, b, c változóinak minden olyan

$$\varphi = \iiint \frac{1}{r} da db dc = \varphi(a, b, c) \quad (8)$$

függvényét jelenti, amelynek e változók szerint képezett vegyes harmadik deriváltja az integrálandó $\frac{1}{r}$ függvénnyel egyenlő:

$$\varphi_{abc} = \frac{\partial^3 \varphi(a, b, c)}{\partial a \partial b \partial c} = \frac{1}{r}. \quad (9)$$

A u potenciál, vagyis $\frac{1}{r}$ -nek az a_1, b_1, c_1 koordináták, mint alsó határok és az a_2, b_2, c_2 koordináták, mint felső határok meghatározta derékszögű hasábra vonatkozó háromszoros határozott integrálja az ilyen φ primitív függvénynek vagy határozatlan integrálnak az integrálás határain, vagyis a derékszögű hasáb csúspontjain felvett helyettesítési értékeiből a határok és a helyettesítés egyszerűsített jelölésével a következőképpen adódik:

$$\begin{aligned} u(x, y, z) &= \int_1^2 \int_1^2 \int_1^2 \frac{1}{r} da db dc = [\varphi(a, b, c)]_{111}^{222} = [\varphi]_{111}^{222} = \\ &= \varphi_{222} + \varphi_{211} + \varphi_{121} + \varphi_{112} - \varphi_{221} - \varphi_{212} - \varphi_{122} - \varphi_{111}. \end{aligned} \quad (10)$$

Itt az 1, 2 számok mint integrálási határok az ugyanilyen indexű a, b, c integrálási határokat és mint indexek e határok behelyettesítését jelentik.

A U potenciál és ennek $U_z = \Delta g$ deriváltja φ -nek, illetve φ_z -nek $f\sigma$ -szorosából ugyanígy adódik.

Ezek szerint, ha ismerjük $\frac{1}{r}$ -nek φ primitív függvényét, mint az a, b, c változók függvényét, akkor ebből a koordinátatengelyekkel párhuzamos élű homogén derékszögű hasáb u és U potenciálja és ezek x, y, z szerinti deriváltjai, tehát a V hatótest gravitációs hatásának komponensei és e komponensek gradiensei is meghatározhatók.

Azonban a φ primitív függvénynek és még a $\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$ első deriváltaknak, mint határozatlan integráloknak közvetlen integrálással történő meghatározása is, bár megoldható, de eléggé bonyolult feladat.

Viszont aránylag egyszerű a $\varphi_{xx}, \varphi_{yy}, \varphi_{zz}, \varphi_{xy}, \varphi_{yz}, \varphi_{zx}$ primitív függvények meghatározása és ezeknek, illetve a U potenciál megfelelő második deriváltjának néhány kifejezése az Eötvös-ingával végzett mérések eredményei értelmezésének irodalmából régen ismeretes is.

Ezért igen figyelemre méltó, hogy e tárgyról írt 1953. évi dolgozatomban a homogén függvényekre vonatkozó EULER-féle tétel alkalmazásával a φ primitív függvény és annak első és második deriváltjai között olyan egyszerű kapcsolatokat sikerült kimutatnom, amelyek alapján a φ függvény integrálásával könnyen meghatározható második deriváltjaiból az első deriváltak és maga a φ függvény is igen egyszerűen meghatározhatók.

Ezek közül most csak azt a kapcsolatot idézem, amely szerint a φ_z első derivált a φ függvény z első indexű második deriváltjainak és az ezek második indexének megfelelő a, b, c változóknak a -1 -szeres kompozíciója:

$$\varphi_z = -(a\varphi_{zx} + b\varphi_{zy} + c\varphi_{zz}). \quad (11)$$

Ebből az északi, keleti és függőlegesen lefelé mutató koordináta tengelyekkel párhuzamos élű és a csúcspontjainak $a_1, b_1, c_1, \dots, a_2, b_2, c_2$ relatív derékszögű koordinátaival megadott σ sűrűségű homogén derékszögű hasáb tömegvonzása okozta Δg hatás vagy anomália képlete:

$$\Delta g = -f\sigma[a\varphi_{zx} + b\varphi_{zy} + c\varphi_{zz}]_{111}^{222}. \quad (12)$$

Ezt a képletet 1969. évi dolgozatomban is közöltem. Ebben a képletben az 1-es index déli, nyugati, illetve felső koordinátát, a 2-es pedig északi, keleti és alsó koordinátát jelent.

Ezzel a képlettel derékszögű hasábunk Δg hatásának kiszámítását a φ primitív függvény sokkal egyszerűbben meghatározható $\varphi_{zx}, \varphi_{zy}, \varphi_{zz}$ második deriváltjainak kifejezéseire vezettük vissza.

E második deriváltaknak az irodalomból ismert és az ezekből adódó, illetve ezek nyomán könnyen megállapítható egyéb kifejezéseit szintén 1969. évi közleményemben foglaltam össze. Ezek közül a legegyszerűbbek tekintetbevételével homogén derékszögű hasábunk tömegvonzása okozta Δg anomália következő képletei adódnak:

$$\Delta g = f\sigma \left[a \ln(r-b) + b \ln(r-a) - 2c \arctg \frac{r-a-b}{c} \right]_{111}^{222} \quad (13)$$

$$\Delta g = f\sigma \left[a \ln(r-b) + b \ln(r-a) - c \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{cr}{ab} \right]_{111}^{222} \quad (14)$$

$$\Delta g = f\sigma \left[a \ln(r-b) + b \ln(r-a) + c \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{ab}{cr} \right]_{111}^{222} \quad (15)$$

$$\Delta g = f\sigma \left[-a \ln(r+b) - b \ln(r+a) - 2c \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{r+a+b}{c} \right]_{111}^{222} \quad (16)$$

$$\Delta g = f\sigma \left[-a \ln(r+b) - b \ln(r+a) - c \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{cr}{ab} \right]_{111}^{222} \quad (17)$$

$$\Delta g = f\sigma \left[-a \ln(r+b) - b \ln(r+a) + c \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{ab}{cr} \right]_{111}^{222} \quad (18)$$

A (16) képletet 1969. évi dolgozatomban, a (18) képlet zárójelen belüli részét, mint primitív függvényt pedig már 1953. évi dolgozatomban közöltem. A (17) képlet csak a jelölésben különbözik a SZOROKIN 1951-ben megjelent könyvében közölt képlettől.

E képletek alapján homogén derékszögű hasábunk tömegvonzása okozta Δg anomáliák a végzett mérések helyeire vagy más adott helyekre vonatkozóan elég egyszerűen kiszámíthatók és kiszámításuk igen kedvezően gépesíthető.

* . *

Poisson képlete szerint a *homogén mágnesezésű test mágneses hatásának* W potenciálja a homogén mágnesezés I erősségének és a test u potenciálja gradienseinek skaláris szorzata:

$$W = (\mathbf{I}, \operatorname{grad} u) = W(x, y, z). \quad (19)$$

Ebből következik, hogy ha az \mathbf{I} vektor komponenseit J_x , J_y , J_z -vel jelöljük és z a függőlegesen lefelé mutató irányt, x pedig a mágneses északi irányt jelenti, akkor a V térfogatú homogén mágnesezésű test mágneses hatásából származó földmágneses anomália függőleges és vízszintes összetevői:

$$\Delta Z = I_x U_{zx} + I_y u_{vy} + I_z u_{zz} \quad (20)$$

$$\Delta H = I_x U_{xx} + I_y u_{xy} + I_z u_{xz}. \quad (21)$$

A jelölésektől és a csillagászati északi és keleti ΔX és ΔY komponenseknek a mágneses északi ΔH komponensben történt egyesítésétől eltekintve, ezek ugyanazok az egyenlőségek, mint amelyek alapján Eötvös 1906. évi értekezésében felhívta a figyelmet arra, hogy a földkéreg mágneses hatású kőzettestjeinek hatásából származó földmágneses anomáliák nem a nehézségnek, hanem a nehézség gradienseinek az illető kőzettest által okozott anomáliáival kapcsolatosak.

Figyelemre méltó azonban, hogy Poisson tétele szerint a földmágneses anomáliák e komponensei nem a mágneses test valóságos tömegének tömeg-

vonzása okozta nehézségi gradiensanomáliákkal, hanem a mágneses test helyét kitöltő

$$\sigma = \frac{I}{f} \doteq \frac{3}{200} 10^9 = 15 \cdot 10^6 \quad (22)$$

sűrűségű fiktív homogén hatótest okozta gradiens-anomáliákkal kapcsolatosak.

Ezért a Poisson tételéből kapott anomália-képleteink nem a gravitációs és mágneses anomáliák kapcsolata szempontjából jelentősek, hanem azért, mert e képletek a homogén mágneses test mágneses hatásának kiszámítását a mágneses test helyét kitöltő $I:f$ sűrűségű fiktív homogén közettest u potenciálja könnyen meghatározható második deriváltjainak kiszámítására vezetnek vissza.

A testek mágneses hatásával kapcsolatos integrálok meghatározása is akkor a legegyszerűbb, ha a mágneses hatótest a mágneses északi, keleti és függőlegesen lefelé mutató koordinátatengelyekkel párhuzamos élű és a csúcspontjainak derékszögű koordinátaival megadott, *homogén mágnesezettségű derékszögű hasáb*. Ilyen hasáb mágneses hatásának képletei ΔZ és ΔH -nak a Poisson-képletéből származó előbb közölt képleteiből úgy adódnak, hogy e képletekben a u potenciál második deriváltjait a φ primitív függvény megfelelő második deriváltjainak az integrálás határain, vagyis a derékszögű hasáb csúcspontjain felvett értékeivel fejezzük ki:

$$\Delta Z = [I_x \varphi_{zx} + I_y \varphi_{zy} + \varphi_{zz}]_{111}^{222} \quad (23)$$

$$\Delta H = [I_x \varphi_{xx} + I_y \varphi_{xy} + I_z \varphi_{xz}]_{111}^{222} \quad (24)$$

Ezzel a földmágneses koordinátarendszer mágneses északi, keleti és függőlegesen lefelé mutató tengelyeivel párhuzamos élű és a csúcspontjainak derékszögű koordinátaival megadott homogén mágnesezettségű derékszögű hasáb mágneses hatásának kiszámítását is a φ primitív függvény egyszerűen meghatározható (illetve ismeretes) második deriváltjainak kiszámítására vezettük vissza. Ismét ezek legegyszerűbbjeinek tekintetbevételével homogén mágnesezettségű derékszögű hasábunk mágneses hatása okozta földmágneses anomália ΔZ és ΔH komponenseinek következő képletei adódnak:

$$\Delta Z = \left[-I_x \ln(r-b) - I_y \ln(r-a) + 2I_z \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{r-a-b}{c} \right]_{111}^{222} \quad (25)$$

$$\Delta Z = \left[-I_x \ln(r-b) - I_y \ln(r-a) + I_z \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{cr}{ab} \right]_{111}^{222} \quad (26)$$

$$\Delta Z = \left[-I_x \ln(r-b) - I_y \ln(r-a) - I_z \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{ab}{cr} \right]_{111}^{222} \quad (27)$$

$$\Delta Z = \left[I_x \ln(r+b) + I_y \ln(r+a) + 2I_z \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{r+a+b}{c} \right]_{111}^{222} \quad (28)$$

$$\Delta Z = \left[I_x \ln(r+b) + I_y \ln(r+a) + I_z \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{cr}{ab} \right]_{111}^{222} \quad (29)$$

$$\Delta Z = \left[I_x \ln(r+b) + I_y \ln(r+a) + I_z \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{ab}{cr} \right]_{111}^{222} \quad (30)$$

$$\Delta H = \left[2I_x \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{r-b-c}{a} - I_y \ln(r-c) - I_z \ln(r-b) \right]_{111}^{222} \quad (31)$$

$$\Delta H = \left[I_x \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{ar}{bc} - I_y \ln(r-c) - I_z \ln(r-b) \right]_{111}^{222} \quad (32)$$

$$\Delta H = \left[-I_x \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{bc}{ar} - I_y \ln(r-c) - I_z \ln(r-b) \right]_{111}^{222} \quad (33)$$

$$\Delta H = \left[2I_x \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{r+b+c}{a} + I_y \ln(r+c) + I_z \ln(r+b) \right]_{111}^{222} \quad (34)$$

$$\Delta H = \left[I_x \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{ar}{bc} + I_y \ln(r+c) + I_z \ln(r+b) \right]_{111}^{222} \quad (35)$$

$$\Delta H = \left[-I_x \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{bc}{ar} + I_y \ln(r+c) + I_z \ln(r+b) \right]_{111}^{222} \quad (36)$$

E képletek alapján a homogén mágnesezettségű derékszögű hasábunk mágneses hatása okozta földmágneses anomália ΔZ és ΔH komponensei szintén elég egyszerűen kiszámíthatók és ezek a számítások is igen kedvezően gépesíthetők.

— . —

A tárgyaltak alapján a derékszögű hasábalakú test hatásának tulajdonítható *egyszerűbb gravitációs vagy mágneses anomáliák háromdimenziós értelmezése* a következőképpen történhetik:

A mért anomáliák jellegzetességei és esetleg ismert egyéb adatok alapján úgy vesszük fel a mért hatást feltehetően előidéző, a szokásos földrajzi, illetve földmágneses koordinátarendszer tengelyeivel párhuzamos élű *derékszögű hasábalakú homogén hatótest* helyét, méreteit és a sűrűségét, illetve mágnesezettségét, hogy e hasáb számított gravitációs, illetve mágneses hatása a mért anomáliákkal lehetőleg megegyező legyen.

Nem teljesen kielégítő egyezés esetén a felvett hasáb helyzetének, méreteinek és a benne foglalt hatótest sűrűségének, illetve mágnesezettségének alkalmas és szükség esetén ismételt megváltoztatásával igyekszünk a számított hatás és a mért anomáliák jobb megegyezését elérni.

Hasonlóképpen járunk el akkor is, ha úgy látjuk, hogy a mért anomáliákat nem egy, hanem néhány ilyen derékszögű hasábalakú homogén hatótest összetevődő hatása okozhatja.

Egy, vagy néhány ilyen derékszögű hasábalakú homogén hatótest hatásával sem értelmezhető *bonyolultabb anomáliák értelmezésére* alsó és felső határfelületének szintvonalaival jellemezhető *hatótömböt tételezünk fel*. Ezt a hatótömböt az alsó és felső határfelületei közé beillesztett, legegyszerűbben négy-

zetalapú és függőleges oldalú derékszögű hasábokra bontjuk és a mért anomáliákat e hasábok összetevődő hatásával igyekszünk megközelíteni. Kellően sűrű felbontással és a részhasábok sűrűségének, illetve mágnesezettségének alkalmas felvételével; majd szükség esetén ezek alkalmas és fokozatos változtatásával, végül derékszögű hasábok összetételével megközelített olyan hatótömbhöz juthatunk, amelynek számított hatása a mért anomáliákkal már kielégítően megegyezik.

Hasonlóképpen járhatunk el akkor is, ha a mért anomáliákat nem egy, hanem néhány egymással összefüggő vagy különálló hatótömb összetevődő hatása okozza.

Ha az eljárás alkalmazása során szerzett tapasztalatok és a gyakorlat révén kellő jártasságra teszünk szert a mért anomáliák értelmezésére alkalmas hatótest: hasáb vagy hasábok, illetve ilyenekből összetett tömb vagy tömbök helyzetének, méreteinek és sűrűségének vagy mágnesezettségének alkalmas felvételében, ezek alkalmas és fokozatos megváltoztatásában, akkor a mai nagyteljesítményű számítógépek alkalmazásával aránylag könnyen és gyorsan eljuthatunk olyan *derékszögű hasábalakú vagy ilyenekből összetevődő hatótesthez, vagy testekhez*, amelynek, vagy amelyeknek számított gravitációs, illetve mágneses hatása a mért anomáliákkal már kielégítően megegyezik.

Az így kialakított hatótestet vagy testeket tekinthetjük a mért anomáliák egyik lehetséges előidézőjének.

Természetesen, ha a mért anomáliák megközelítése így is csak hozzávetőlegesen sikerül, akkor a kapott hatótesthez vagy testekhez fűződő következtetéseink is csak ugyanilyen hozzávetőlegességgel érvényesek.

IRODALOM

Haáz I.: Kapcsolat a derékszögű hasáb tömegvonzásának potenciálja és e potenciál deriváltjai között. *Geofizikai Közlemények* II. kötet. 7. sz. 1953.

Haáz I.: Történeti, elvi és gyakorlati adalékok a derékszögű hasáb tömegvonzásának számításaihoz. *Geofizikai Közlemények*, XVIII. 4. sz. 1969.

Könyvszemle

Sbornik Referatu z Geofizikálního Symposiuma, Poprad, 1970. okt. 5–9. Litografált kiadvány, 1–284. old.

A kiadvány az 1970. okt. 5–9. között Poprádon a Magyar Geofizikusok Egyesülete, a Német Geológiai Társaság Geofizikai Szakosztálya és a Brno-i Alkalmazott Geofizikai Intézet közös rendezésében lefolyt XV. Nemzetközi Geofizikai Szimpózium előadásait, valamint a résztvevők jegyzékét tartalmazza. Az előadások szövegei (illetve többször csak az összefoglalásai) cseh nyelven, egyeseknél cseh és orosz nyelven kerültek közlésre, de az ábrákon az előadó nyelvén szerepelnek a feliratok (tehát esetleg angolul, németül, vagy magyarul). A füzet így a nem cseh nyelvű olvasó számára csak korlátozott mértékben használható. Szerkesztőkként a Brno-i Alkalmazott Geofizikai Intézetben Ing. Milos Sedláč és Ing. Jaroslav Hybásek szerepelnek.

Kőolaj- és Gázipari Tájékoztató, 1971. 2. sz. 1–141. old.

Litografált kiadvány, az OKGT és a NIMDOK közös kiadása, 1971.

Szerkesztették (számos közreműködő segítségével): Varga József, Binder Béla és Varga Géza.

Molnár Károly: A digitális technika bevezetése a szeizmikus méréseknél, 62–64. old.

Rövid összefoglalás a digitális technika bevezetésének szükségességéről, annak előnyeiről és az eddig elért hazai eredményekről. Szerző leszögezi, hogy az új technika teljes kibontakozásához és eredményességének eléréséhez még hosszabb időre van szükség.

T. G.

Digitális földi árapály-regisztráló állomás

HEGYMEGI LÁSZLÓ – VARGA PÉTER

A tihanyi Geofizikai Observatórium fejlesztése keretében először a gravitációs árapály-regisztrálás digitalizálására került sor. Ezt szükségessé tette egyrészt az egyre növekvő adatrendszer feldolgozásának gépesítése, másrészt célszerű a vizsgált jelenséget nagyobb pontossággal regisztrálni. A digitális regisztráló berendezést, mely a mérési adatokat állítható mintavételi sűrűséggel telex kódban lyukszalagon rögzíti, az analóggal párhuzamosan állítottuk fel. Az új regisztrálási mód egy ordinátaérték meghatározási pontosságát 50%-kal növeli.

Az előadás bemutatja a digitálisan regisztrált adatok feldolgozásának sémáját, mely egyúttal gondoskodik a nyers adatrendszer előzetes feldolgozásáról (hibás adatok kiküszöbölése, adatokhoz a mérési időpont hozzárendezése stb.). A program összeállítására a regisztráló rendszer fizikai paramétereinek meghatározása után került sor.

В рамках работ по развитию и усовершенствованию Тиханьской геофизической обсерватории была внедрена цифровая запись гравитационных приливов. В связи с этим возникла необходимость автоматизации обработки все более возрастающего объема данных, причем целесообразным оказывается увеличить точность записи изучаемого явления. Цифровой регистратор, записывающий данные измерения в телеграфном коде на перфоленте с регулируемым шагом квантования, установлен параллельно с аналоговым регистратором. Такой способ регистрации повышает точность определения одной величины ординаты на 50%.

В докладе представляется схема обработки цифровых записей, служащая для предварительной обработки системы исходных данных (отбраковка ошибочных данных, увязка данных со временем их получения и т.п.). Программа была составлена после определения физических параметров регистрирующей системы.

Im Gange der Entwicklung des Geophysikalischen Observatoriums Tihany wurde zu allererst eine Digitalisierung der Registrierung der Erdgezeiten vorgenommen. Dieses wurde einerseits durch eine Notwendigkeit der Mechanisierung der Bearbeitung einer ständig wachsenden Datenmenge näher gebracht, andererseits ist es zweckmässig, die zu erforschende Erscheinung mit einer wachsenden Genauigkeit zu registrieren. Die digital registrierende Einrichtung, die die Messdaten mit einstellbarer Probenentnahmedichte im Telexkode auf Lochband festhält, wurde parallel mit der analogen Registrier-einrichtung aufgestellt. Die neue Registrierweise erhöht die Bestimmungsgenauigkeit der einzelnen Ordinatenwerte mit 50%.

Im Vortrag wird das Schema der Bearbeitung der digital registrierten Daten vorgezeigt, welches auch für eine vorherige Bearbeitung (Elimination von fehlerhaften Daten, Zuordnung des Messzeitpunkten zu den Daten usw.) des rauen Datensystems sorgt. Die Aufstellung des Programms erfolgt nach der Bestimmung der physikalischen Parameter des registrierenden Systems.

A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet tihanyi obszervatóriumában folyó regisztrálások automatizálására törekszünk. Ezen program keretében először a gravitációs árapály eddig kizárólag analóg regisztrálásával párhuzamosan megvalósítottuk a jelenség lyukszalagra történő rögzítését, és ennek folytatásaként a mérési eredmények számítógépes kezelését és minőségvizsgálatát. Ennek eredményeként a már eddig is meglevő feldolgozó és analízáló programokkal együtt a feldolgozás teljesen automatikus lesz. Így jelentős munkaerő-megtakarítást érünk el, másrészt, és az a fontosabb, növelni tudjuk észleléseink pontosságát.

A regisztráló állomás felépítését az 1. ábrán mutatjuk be. A kimeneten az analóg és a digitális csatornák párhuzamosan és egymástól függetlenül működnek. Így bármelyik üzemzavara esetén a másik még hibátlan adatokat szolgáltatathat.

A digitális csatorna jelenleg egy percenként vesz mintát, de a mintavétel $2/sec$ -ig fokozható. $A-D$ konverterként egy EMG gyártmányú, 5 számjegyes digitális voltmérőt alkalmaztunk. Ennek kimenő jeleit használtuk fel egy GNT szalaglyukasztó meghajtására. A vezérlő és meghajtó fokozatot magunk készítettük el. A digitális csatorna blokkvázlatát mutatjuk be a 2. ábrán. A számadatok a lyukszalagon kilenc karakteres szavakban jelennek meg telex kódban. Egy szó tartalmazza az előjelet, öt számjegyet, a nagyságrendet és a számítógépi feldolgozáshoz szükséges végjeleket. A vezérlő áramkörnek egy másik, a digitális voltmérőtől független bemenete is van, ahonnan indítva egy fix lyukkombinációt lyukaszt. Ezt a jelölést lehet felhasználni arra, hogy a mintavételi adatokhoz az időt hozzárendeljük.

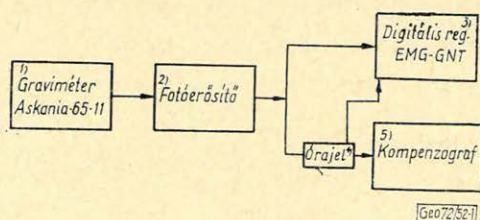
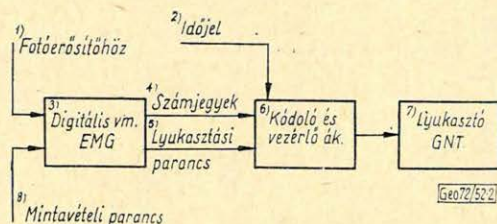


Fig. 1. Prinzipieller Aufbau der Mess-Station



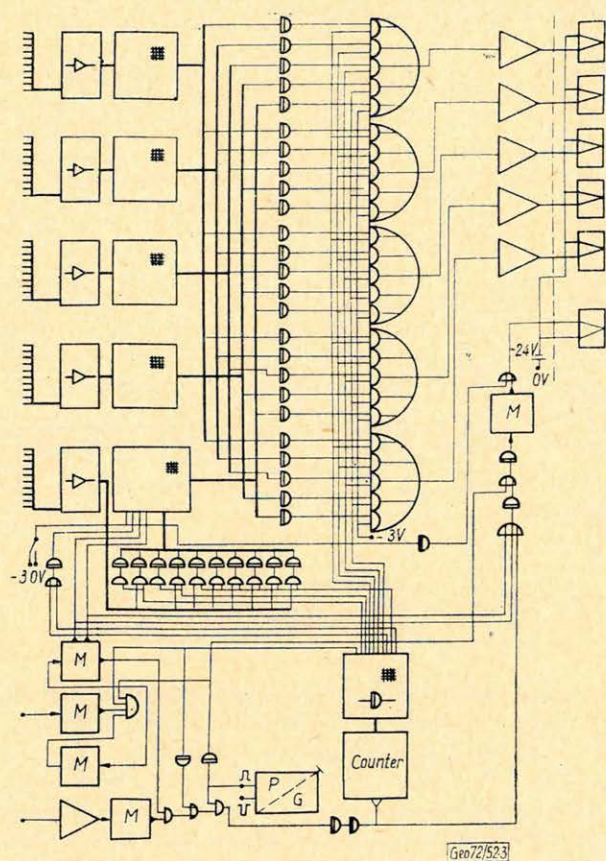
2. ábra. A digitális csatorna
 Фиг. 2. Цифровой канал
 Fig. 2. Der Digital-Kanal

Ez a módszer lehetővé tette számunkra azt is, hogy a mintavételi utasítást olyan impulzusadóról vegyük, melynek pontossága hosszú időn át nem túl nagy. Az óránkénti időjel-beírás pontossága pedig hosszú időre is biztosított.

A téves lyukasztások elkerülésére a két bemenet egymást blokkolja, illetve megfelelő memória arról is gondoskodik, hogy a működési folyamat közben érkezett másik parancsot a folyamat befejezése után a berendezés szintén teljesítse. A bemenetek jelenleg a -12 V -os szintekkel dolgozó *EMG* digitális csövműmérőhöz illeszkednek, azonban egy kártya cseréjével tetszőleges más műszerekhez is illeszthetők.

A feldolgozást végző program összeállításához szükségünk volt a regisztráló rendszer instrumentális tehetetlenségének meghatározására, azaz annak ismeretére, hogy egy műszerállítás okozta elmozdulás a műszerben mennyi idő alatt áll be véglegesen. A regisztráló gravimétert műszerjárása miatt ugyanis időrövidítéssel állítani kell és természetesen az ebből származó elmozdulást a regisztrált árapály görbéből ki kell zárni. Az ehhez szükséges számításhoz a mintavételezést az instrumentális tehetetlenség figyelembevételével kell megszervezni. Mivel a műszerállítás hatása 3 percnél rövidebb idő alatt eltűnik, az elmozdulást az állítás előtt és után 3, 6, 9 perccel kapott értékek felhasználásával végezzük. Az állítás előtti 3 időpontot felhasználva parabolát kapunk, melynek értékét meghatározzuk az állítás utáni 3 perces időpontra extrapolálva. Az extrapolált értéket a mértből kivonva megkapjuk az állítás okozta elmozdulás értékét. Ezt az extrapolációs meghatározást fordított irányban is elvégezhetjük és így egy második értéket kapunk. E két érték számtani közepét határozza meg a program az elmozdulás értékeként és ezt a mért számértékek-

ből kizárja. Természetesen ezen gyakran előforduló zavaron kívül az egyébként szabályos lefutású árapály-görbe a regisztrálás során rengeteg más, csak vélet-



3. ábra. A kódoló vezérlő egység logikai vázlata

Фиг. 3. Логическая схема панели управления кодирующего устройства

Fig. 3. Logik der Kode-Kontroll-Einheit

lenül előforduló hibát is tartalmazhat, melyet a gépi feldolgozás során a programnak fel kell fedeznie és jeleznie kell, hogy hányadik érték hibás. Ezt a következő módon valósítottuk meg. Leco-lazet leír egy olyan Labrouste-féle kombinációt, mely 24 ordinátaérték alapján egy szűrőt realizál. Ez kizár egy 5-öd fokú polinomot, valamint a 4, 6, 12 és 24 óra periódusú hullámokat: tehát segítségével a műszerjárás és a luniszoláris hatás nagyrészt kizárható. Ha a 24 órás sorozatra előírt műveleteket elvégeztük és a maradék-ér-

tékeknek a szűrőfüggvény-együtthatók szerint súlyozott hibáját meghatározzuk, a regisztrátum minőségét jellemző mennyiséget határozzuk meg, mely elsősorban a 11. és 12. óraértékek hibájára érzékeny. Így a szűrőfüggvényt 1-1 órával eltolva képet kapunk a hibák eloszlásáról, és egy megengedett hibahatárt meghatározva automatikusan adódik az, hogy mely értékeket kell hibásnak minősítenünk.

Fentiek alapján az árapály harmonikus analíziséhez óraértékeket előkészítő programot szerkesztettünk, mely először két időjel között beolvasott óraértékeket vizsgál. Ebben a programrészben automatikusan kiküszöböl két zavaró hatást:

1. a fentemlített műszerállításból származó görbeugrást;

2. az analóg regisztrálás időjelét, mely esetleg 1 db kiugró értéket okozhat.

Ezt a hibás értéket a program a megelőző és következő perc értékek átlagával helyettesíti.

Ezután a két időjel közé eső értékek átlagolódnak és az „éjjél” időjel hatására a megelőző nap óraértékei kinyomtatódnak a számításokhoz felhasznál-

nált értékek számával együtt. A „sorozat vége”-jel hatására egyrészt ugyanúgy nyomtatásra kerülnek az óraértékek, mint az „éjféli” időjel hatására, másrészt megindul a már ismertetett hibaszámítás, melynek eredménye ugyanolyan formátumban jelenik meg, mint az óraértékek táblázata, mely utóbbinál a hibás értékek így könnyen kikereshetők és gépi úton igen egyszerűen, ha erre mód van, kicserélhetők jó értékekre. Ellenkező esetben az óraérték-sorozat a hibavizsgálat alapján megszakítandó.

Lapszemle

FIZIKAI SZEMLE XII. ÉVFOLYAM 1970./9–10.

A szám az ember űrrepülésének 10. évfordulója alkalmából 1971. április 5-én és 6-án a METESZ Központi Asztronautikai Szakosztály által rendezett ünnepi ülészak műszaki előadásait tartalmazza egy-két más jeglű cikkkel együtt.

Az ülésszak előadásai:

Ill Márton: Magaslégköri szelekről, 257–263. oldal.

Tánczer Tibor: A METEOR Műholdrendszer felhasználása az időjárás kutatásában, 263–266. oldal.

Rogyionov B. Ny. és társai: Új adatok a Hold alakjáról és felszínéről a „ZOND–6”-től kapott fényképek feldolgozási eredményei alapján, 267–274. old.

Joó István: A mesterséges holdak alkalmazása a gyakorlati geodéziában, 274–281. oldal.

Érdi-Krausz György: A Föld természeti kincseinek feltárása és térképek készítése mesterséges égitestek felvételei alapján, 281–283. oldal.

Kodolányi Gyula: Navigáció és forgalomirányítás műholdakkal a repülésben és hajózásban, 284–286. oldal.

Villányi Ottó: Műholdas távközlési rendszerek hazai alkalmazási lehetőségei, 286–293. oldal.

Pribelszky György: Műholdak távközlési alkalmazása, 293–300. oldal.

Ferencz Csaba: Mérések a világűrben, 300–303. oldal.

Echtern Tibor: Ember a világűrben, 303–306. oldal.

Várterész Vilmos: Hazai kutatások a hosszú ideig tartó űrutazások sugárvédelmével kapcsolatban, 306–309. oldal.

Egyéb cikkek:

Tárczy-Hornoch Antal: Néhány további ellentmondásos, illetve kiegészítésre szoruló szakirodalmi adat Eötvös Lorándnak a torziós ingával végzett méréseiről, 312–314. oldal.

A cikk főként azzal foglalkozik, hogy a függővonalhajlás meghatározásánál a terephatásokat kell-e és hogyan figyelembe venni. Ezzel kapcsolatban helyreigazít néhány, a szakirodalomban felmerült téves állítást, melyek Eötvös eredeti elgondolásait eltorzították.

Tudományos Minősítő Bizottság Tűkarsága:

Tájékoztató a tudományos minősítésről, 317–320. oldal.

Alföldi Olajbányász, 1972. január, VIII. évf. 1. sz. Mélysztű kutatás, 2. oldal.

A Magyarhoni Földtani Társulat és a Magyar Geofizikusok Egyesülete Alföldi Csoportja az OKGT Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzemében 1971. december 17-én közös szakmai előadó ülést tartott, amelyen 77-en vettek részt, Csókás János egyetemi tanár elnöksége és Mezősi József egyetemi docens társelnöksége mellett. A cikk az ülésen elhangzott négy szakmai előadás (Balla Kálmán, Szalai Árpád, Kiss Bertalan és Suba Sándor) közül az első és a negyedik előadás tartalmi összefoglalását, illetve ismertetését adja.

Alföldi Olajbányász: 1971. december, VII. évf., 12. sz.

Miklós Gergely: A Geofizikai Kutatási Üzem munkájáról, 3. oldal, 2. ábra.

Új fúrás mélységi világrekord: 3. oldal.

A louisianai Lake Borgne mezőben 7680 m talpmélységgel megdőlt a 11 év óta Nyugat-Texasban tartott fúrás mélységrekord (7602 m). Az új rekordmélységet minden komolyabb fúrás bonyodalom nélkül, rendkívül rövid idő – 215 nap – alatt érték el.

Balla Imre–Tatár András: Az irányított ferdefúrásokról, 5. oldal. Az Algyő–400 fúrásan jelentős ferdtési rekordot: a vízszintes lyuktalpi kitérésben 738 m-t, a lyukferdeségben 44°-ot érték el. A talpmélység 2237 m, a fúrás napok száma (mentés nélkül) 44 volt.

T. G.

Frekvencia-, idő és z-tartományban végzett sávszűrés összehasonlítása

MESKÓ ATTILA – SULYOVSKY IMRE

Összehasonlítjuk a szűrőtervezés és alkalmazás számítás-, illetve időigényeit. Frekvenciatartományban tervezésre tulajdonképpen nincs szükség, elegendő az áteresztett sáv határainak megadása. Időtartományban először meg kell határozni az alkalmazandó súlyfüggvényt, majd ezt csonkítani kell a megengedhető legrövidebbre.

z-tartománybeli tervezés a pólusok és zérus helyek megfelelő elhelyezését jelenti.

A szűrő alkalmazása frekvenciatartományban szorzást, időtartományban konvolúcióképzést, z-tartományban rekurziós algoritmus alkalmazását igényli.

Tapasztalatok szerint a z-tartománybeli tervezés igényli a legtöbb időt. Szűk sáv esetén azonban a rekurziós szűrő alkalmazása a leggyorsabb. Ha a sáv nem szűk és a levágás meredeksége nem lényeges, az időtartománybeli tervezés és megvalósítás ajánlható.

Сопоставляются потребности планирования и применения фильтров в вычислении т.е. времени. Собственно говоря, в диапазоне частоты не требуется планирование, достаточно указать только пределы полосы пропускания.

В диапазоне времени необходимо сначала определить применяемую весовую функцию, затем усечь ее по возможности до минимальной длины.

Планирование в диапазоне z представляет собой соответствующее расположение полюсов и нулевых пунктов.

Применение фильтра требует в диапазоне частот умножения, в диапазоне времени операцию типа свертки, а в диапазоне z применения рекурсивного алгоритма.

По полученному опыту планирование в диапазоне z требует наибольшего времени. Однако, в случае узкой полосы применение рекурсивного фильтра обеспечивает самую большую скорость операции. Если полоса не является узкой, и крутизна среза не является существенной, то можно предлагать существование в диапазоне времени.

Es werden die Rechen-, bzw. Zeitbedarfe des Entwurfes und der Verwendung von Filtern verglichen. Im Frequenzbereich ist kein eigentlicher Entwurf nötig, es genügt die Angabe der Grenzen des durchgelassenen Bandes.

Im Zeitbereich wird zuerst die anzuwendende Gewichtsfunktion bestimmt, dann muss sie abgestumpft (truncated) werden im maximal erlaubten Masse.

Der Entwurf im z -Bereich bedeutet eine entsprechende Verteilung der Polen und Nullstellen.

Die Verwendung eines Filters bedeutet im Frequenzbereich Multiplikationen, im Zeitbereich Faltung, im z -Bereich die Verwendung eines Rekursions-Algorithmus.

Nach unseren Erfahrungen benötigt man die längste Zeit im z -Bereich zum Entwurf. Im Falle eines engen Bandes ist dagegen eben die Verwendung von Rekursionsfiltern am schnellsten. Falls das Band nicht eng und die Steilheit des Abschneidens unwesentlich ist, kann der Entwurf und die Realisation im Zeitbereich empfohlen werden.

Bevezetés

A digitális szeizmikus adatfeldolgozásban többféle lehetőség van szűrés elvégzésére. Speciális változatoktól eltekintve három nagy csoportot különböztethetünk meg:

1. szűrés időtartományban (konvolúciós szűrés);
2. szűrés frekvencia tartományban;
3. rekurziós szűrés.

A megadott sorrend megfelel a módszerek kialakulása időrendjének, illetve jelenlegi alkalmazásuk gyakoriságának.

Az időtartományban a szűrést konvolúcióképzéssel végezzük el:

$$y_t = \sum_i c_i x_{t-i}, \quad (1)$$

ahol x_t a bemenet, y_t a kimenet egy pontját,
 c_i a súlyfüggvény együtthatóit jelenti.

A frekvenciatartományban a szűrést három lépésben valósítjuk meg. Az első lépés a szűrendő csatorna Fourier-transzformáltjának számítása. Szimbolikusan:

$$X_k = F\{x_t\}. \quad (2a)$$

A második lépésben a szűrendő csatorna spektrumát szorozzuk az átviteli függvénnyel:

$$Y_k = C_k X_k, \quad (2b)$$

ahol Y_k a kimenet spektrumának k -adik mintája,
 X_k a bemenet spektrumának k -adik mintája,
 C_k az átviteli függvény k -adik mintája.

A harmadik lépés az Y_k inverz Fourier-transzformáltjának számítása:

$$y_t = F^{-1}\{Y_k\}. \quad (2c)$$

A rekurziós szűrés is konvolúcióképzést és összeadást igényel. Az egyik konvolúcióképzésben a bemeneti adatrendszer és a c_i -vel jelölt együtthatók, a másikban már előzetes szűréssel előállított kimeneti értékek és a d_k együtthatók szerepelnek:

$$y_t = \sum_{i=-n}^0 c_i x_{t-i} + \sum_{k=1}^m d_k y_{t-k}. \quad (3)$$

A rekurziós szűrést kétszer kell alkalmaznunk, ha zérus fázistolású szűrést kívánunk megvalósítani. (Shanks, 1967.)

1. ábra. A három tárgyalt szűrési technika főbb jellemzői

¹⁾ Szűrés időtartományban

²⁾ Szűrés frekvenciatartományban

³⁾ Rekurziós szűrés

Фиг. 1. Основные характеристики трех обсужденных способов фильтрации

Szűrő adatai $c_i(t)$

Bemenet $x_i(t)$

Folyamat $y_t = \sum_i c_i x_{t-i}$

$C(f)$

$x_i(t)$

$x_k = F\{x_t\}$

$Y_k = C_k x_k$

$y_t = F^{-1}\{Y_k\}$

$c_i(t)$

$d_k(t)$

$x_i(t)$

$y_t = \sum_{i=-n}^0 c_i x_{t-i} + \sum_{k=1}^m d_k y_{t-k}$

[560/254]

Fig. 1. Hauptcharakteristiken der behandelten drei Filtertechniken

Az egyes szűrési eljárások végrehajtásához a szűrők következő adataira van szükségünk:

időtartományban: súlyfüggvény együtthatói;
 frekvenciatartományban: átviteli függvény értékei;
 rekurziós szűrés esetén: c_i és d_k együtthatók.

A három szűrési technika fontosabb jellemzőit az 1. ábra foglalja össze.

A továbbiakban a legegyszerűbb, de a digitális szeizmikus feldolgozásban gyakran alkalmazott szűrési feladattal, a sávszűréssel foglalkozunk.

Időtartománybeli (konvolúciós) szűrés

A súlyfüggvény együtthatóit ideális sávszűrés esetén – mint ismertes – a

$$c_i = 2f_0 \operatorname{sinc}(2f_0 i) \cos(2\pi F_i)$$

képlettel határozhatjuk meg, ahol F az áteresztett sáv középpontja, $2f_0$ az áteresztett sáv szélessége.

A szűrés elvégzéséhez szükséges idő arányos a súlyfüggvény együtthatóinak számával, az alkalmazandó együtthatók számát pedig az szabja meg, milyen indexnél nagyobb indexre lesz c_i elegendő kicsiny. A műveletek száma csökken, ha a súlyfüggvény gyorsan tart zérushoz. A rövidítés módszere az ideális szűrő súlyfüggvényének szorzása egy ún. csonkítófüggvénnyel:

$$c_i^* = w_i c_i \quad (i = 1, 2, \dots)$$

ahol c_i^* a csonkított súlyfüggvény mintáit,

w_i a csonkító függvény mintáit,

c_i az eredeti súlyfüggvény mintáit jelenti.

A szűrő átviteli függvénye a csonkítás miatt módosul:

$$C^*(f) = \int_{-\infty}^{\infty} C(f-f_1) W(f_1) df_1.$$

Ha $W(f)$ a $(-f_1, f_1)$ intervallumon kívül elhanyagolhatóan kicsiny és $f_1 < f$, a fenti összefüggés a

$$-F - f_0 + 2f_1 < f < -F + f_0 - 2f_1$$

$$F - f_0 + 2f_1 < f < F + f_0 - 2f_1$$

egyenlőtlenséget kielégítő frekvenciákra így alakul:

$$C^*(f) = \int_{-f_1}^{f_1} S(f-f_1) W(f_1) df_1 = S(f) \int_{-f_1}^{f_1} W(f_1) df_1 \approx S(f).$$

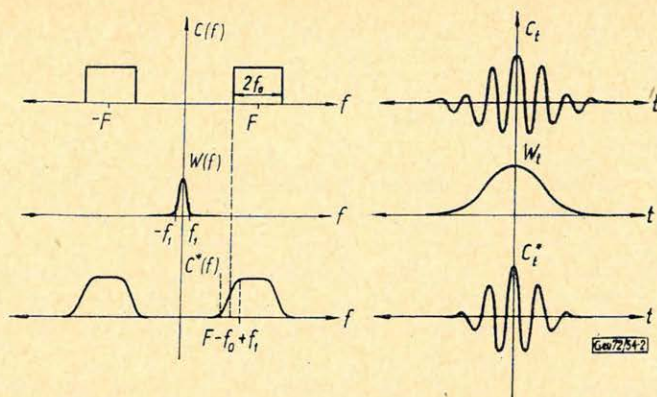
A csonkított és eredeti átviteli függvények az áteresztett sáv egy részén, illetve az eltávolított frekvenciatartomány egy részén jó közelítéssel azonosak. Az átmeneteket az áteresztett sáv és az eltávolított tartomány között a konvolúcióképzés lesimítja; ezzel a levágás meredekségét csökkenti.

Fenti gondolatmenetünk azonban csak akkor érvényes, ha $f_1 \ll f_0$, azaz a csonkítófüggvény spektruma is keskeny sávra koncentrálódik.

Az elmondottakat a 2. ábra illusztrálja.

A csonkítófüggvények megválasztásával az OKGT Geofizikai Kutatási Üzemében részletesen foglalkoztunk. (Ld. pl. Zelei, 1971.) Kedvező tulajdonságai miatt a Gauss-görbe alakú csonkítófüggvény alkalmazását javasoltuk.

A függvény mind az időtartományban, mind a frekvenciatartományban megfelelően rövid. A koncentrációra jellemző mennyiségek számítását és néhány csonkítófüggvény tulajdonságait a 3. ábrán mutatjuk be.



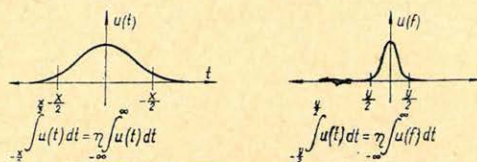
2. ábra. A sávszűrő csontkításának hatása, ha a csontkító függvény spektruma a $-f_1, f_1$ intervallumon kívül jó közelítéssel zérus

Фиг. 2. Эффект усежения полосового фильтра, если спектр усекающей функции вне интервала $-f_1, f_1$ равен нулю при хорошем приближении.

Fig. 2. Die abstumpfende Effekt des Bandfilters, wenn das Spektrum der Abstumpfungsfunktion ausserhalb des Intervalls $-f_1, f_1$ annähernd verschwindet

$$\frac{T}{2} (\Delta t = 2 \text{ ms})$$

$\frac{dB}{f_0}$	20	30	40	50	60
5	170	223	267	306	334
10	70	111	133	152	168
15	56	74	89	102	114
20	42	55	66	76	85
25	34	44	53	61	69
30	28	37	44	50	57
35	24	32	38	43	53
40	21	28	33	38	42
45	19	24	29	34	37
50	17	22	26	30	33
55	15	20	24	27	31
60	14	18	22	25	28



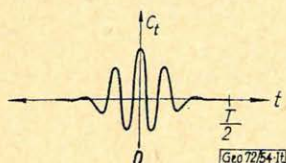
$u(t)$	x_1	y_1	x_2	y_2	x_3	y_3	x_4	y_4	x_5	y_5
$e^{-\pi t^2}$	0.58	0.58	0.92	0.92	1.44	1.44	0.34	0.85	2.08	
$e^{- t }$	1.22	0.22	2.3	0.42	4.6	1.06	0.27	0.97	4.86	
$\frac{1}{10(0.5+t)}$	0.6	0.86	0.76	1.34	0.88	3.76	0.52	1.02	3.31	
$\frac{1}{0.5+t}$	0.7	0.84	0.9	1.6	0.99	15.1	0.59	1.44	14.8	
$\frac{1}{1+2 t }$	0.34	1.11	0.54	1.68	0.78	2.60	0.38	0.91	2.04	
$e^{- t } \cos \frac{\pi t}{2}$	1.0	0.3	1.78	0.5	3.18	3.14	0.30	0.89	3.64	
$e^{- t } \cos \pi t$	1.32	1.1	2.14	1.3	4.3	1.9	1.45	2.79	8.15	
$\cos \pi t$	0.4	1.02	0.58	1.54	0.8	2.36	0.41	0.83	1.89	
$0.5+0.5 \cos \pi t$	0.62	0.80	0.93	1.28	1.36	5.64	0.50	1.20	7.65	
$0.54+0.46 \cos \pi t$	0.66	0.86	1.00	1.35	1.52	7.21	0.57	1.35	10.8	

Geo 72/54/3

3. ábra. Néhány csontkítófüggvény összehasonlítása

Фиг. 3. Сопоставление некоторых усекающих функций

Fig. 3. Vergleich einiger Abstumpfungsfunktionen



I. táblázat Súlyfüggvény félhosszúsága az alsó levágási frekvencia (f_a) és a levágási meredekség (dB/o) függvényében (a hossz milliszekundumban mérve)

Таблица 1. Полуудина весовой функции в зависимости от частоты нижнего среза (f_a) и крутизны среза (dB за октаву) (длина измеряется в миллисекундах).

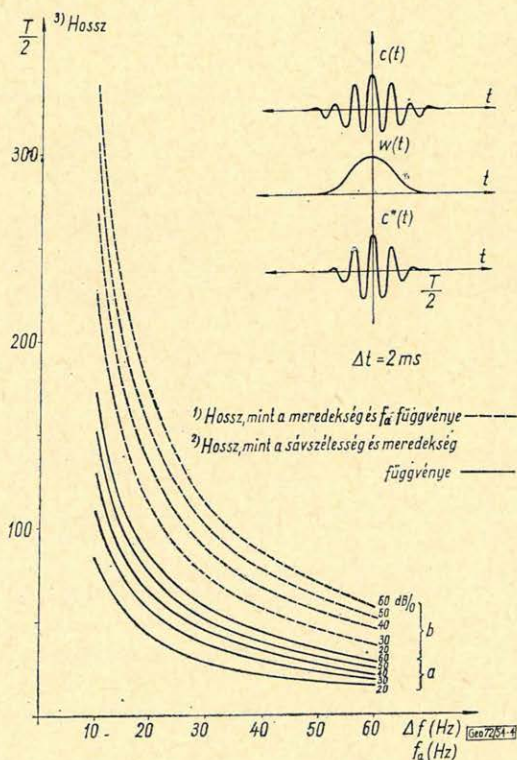
Tabelle 1. Halblänge der Gewichtsfunktion als Funktion der unteren Abschneidefrequenz (f_a) und der Abschneidesteilheit (dB/o) (die Länge gemessen in Millisekunden)

Az átviteli függvény két tulajdonsága befolyásolja a csonkított súlyfüggvény hosszát:

1. vágási meredekség;
2. az áteresztett sáv szélessége.

A 2. ábra alapján világos, hogy nagy vágási meredekség, illetve keskeny áteresztett sáv hosszú súlyfüggvény alkalmazását kívánja meg. A vágási meredekséget a használatos dB/oktáv egységekben mérjük. Belátható, hogy elegendő az alsó határon biztosítani a kívánt meredekséget. Az alsó levágási frekvencia csökkenésével is egyre hosszabb súlyfüggvényre van szükség. A numerikus értékeket az I. táblázat tartalmazza. A táblázat alapján világos, hogy gyakorlati feladatokban (20–40 dB/oktáv meredekség, 15 Hz alsó határfrekvencia) 100–150 pontos szűrőre van szükség.

Ha $f_1 = 1/4 f_0$ választással élünk és a súlyfüggvények hosszát úgy jelöljük ki, hogy az utolsó, még megtartott együttható a csonkítófüggvénynek az a mintája legyen, mely a középponti érték századrésze, számíthatjuk a különböző szélességű sávokat áteresztő szűrő jó közelítéséhez szükséges csonkított súlyfüggvény együtthatóinak számát. A vágási meredekségnek és az áteresztett sáv szélességének hatását a súlyfüggvény hosszára a 4. ábrán mutatjuk be.



4. ábra. A súlyfüggvény adatainak száma előírt vágási meredekség és alsó határfrekvencia esetén (a), illetve adott sáv szélesség esetén (b)

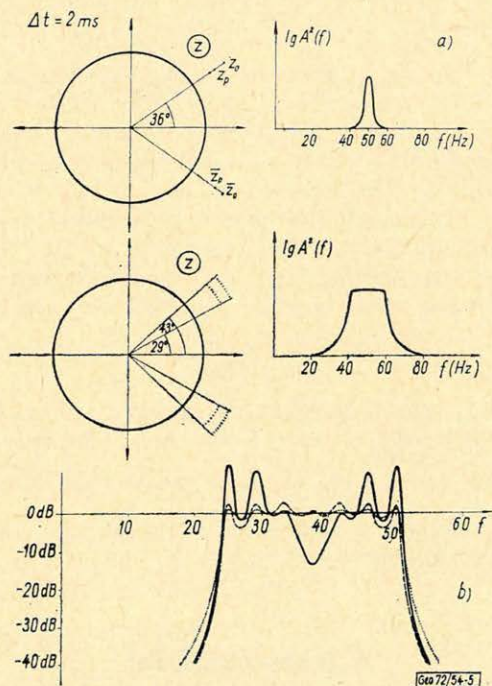
Фиг. 4. Число данных весовой функции при заданной крутизне среза и нижней граничной частоте (a), или при заданной ширине полосы (b)

Fig. 4. Anzahl der Daten der Gewichtsfunktion im Falle einer vorgeschriebenen Abschneidesteilheit und gegebener unterer Grenzfrequenz (a) bzw. gegebener Bandbreite (b)

Alkalmazása csak akkor gazdaságos, ha gyors Fourier -transzformációs egységet (*FFT*) használhatunk. A bemeneti csatorna hossza ekkor rögzített és csak 2 egész kitevős hatványa lehet. (Gyakorlatban alkalmazott esetekben a kitevő: 10, 11 vagy 12.) A frekvenciatartományban végzett szűrés előtt az átviteli függvényt kell meghatározni. Az ideális szűrő átviteli függvényének simítására ekkor is szükség van (Meissner, 1969). Ez azonban a szűrés során végzendő műveletek számát természetesen nem befolyásolja.

Rekurziós szűrés

A kívánt amplitúdókarakterisztikát a z -tartományban a zérus és pólus-helyek megfelelő elhelyezésével kell biztosítani (Shanks, 1967; Moonéy, 1968). A zérusok és pólusok elhelyezésének hatását az amplitúdókarakterisztikára az 5. ábrán mutatjuk be. Gyakorlati tapasztalatok szerint az R_0 zérushelyek és



5. ábra. Rekurziós sávszűrő tervezése a z -síkon

a) elvi vázlat;

b) 25 – 50 Hz frekvenciatartományt átéresztő sávszűrő tervezése: folytonos vonal: első közelítés szaggatott vonal: második közelítés, pontozott vonal: harmadik (végleges) közelítés

Fig. 5. Планирование рекурсивного полосового фильтра по плоскости z .

a) Принципиальная схема

b) Планирование полосового фильтра, пропускающего частотный диапазон от 25 до 50 гц; сплошная линия: первое приближение; штриховая линия: второе приближение; пунктир: третье (окончательное) приближение)

Fig. 5. Planung eines Rekursions-Bandfilters in der z -Ebene

a) prinzipielle Skizze

b) Planung eines Filters, welches den Frequenzbereich 25 – 50 Hz durchlässt; zusammenhängende Linie: erste Näherung; gebrochene Linie: zweite Näherung; punktierte Linie: dritte (endgültige) Näherung

R_p pólushelyek megfelelő választása esetén elegendő 2° távolságonként elhelyezett zérus-pólus párokat alkalmazni. Ha a mintavételi távolság 2 ms , 2° megfelel $2,88\text{ Hz}$ -nek. A sáv szélességének növelésével a szükséges párok száma lineárisan nő. A Δf hosszúságú sávot áteresztő szűrő megvalósításához $n \approx 2 \left(\frac{\Delta f}{2,88} + 1 \right)$ zérus-pólus párra van szükség (beleértve a konjugált komplex párokat is).

A (3) képletben alkalmazandó együtthatók száma: $m = 2n + 1$. Mivel azonban a képletet kétszer kell alkalmazni, a kimeneti pontonként végzendő műveletek száma 2° -os elhelyezés esetén a

$$2m = \frac{8 \Delta f}{2,88} + 10$$

értékkel arányos.

Következtetések

Az időtartománybeli sávszűrés csak akkor gyorsabb az FFT egységgel végzett sávszűrésnél, ha az áteresztett tartomány széles, a vágási meredekség csekély és emiatt az együtthatók száma $50 - 80$ lehet. A rekurziós szűrés akkor gazdaságos, ha a zérus-pólus párok száma nem nagy, azaz az áteresztett sáv keskeny. A konvolúciós és rekurziós szűrés emiatt kiegészíti egymást. Az FFT elterjedése nem teszi feleslegessé más szűrési módszerek vizsgálatát és alkalmazását. (Hasonló megállapítást közöl Aguilera et al. 1970-ben.)

A feladat természete szabja meg, hogy milyen technikával dolgozzunk és a megfelelő technika kiválasztása a feldolgozásban időnyerességet jelenthet.

IRODALOM

- Aguilera et al., 1970: Design of recursive filters Geophysics, Vol. 35, No. 2, p. 247 – 254.
 Meissner, R. 1969: Az alkalmazott geofizika újabb eljárásai. Geofizikai Közlemények, XVIII. kötet, 4. szám 37 – 51. old.
 Mooney, H. M., 1968: Pole and zero design of digital filters Geophysics, Vol. 33, No. 2, p. 354 – 360.
 Shanks, I., 1967: Recursion filters for digital processing Geophysics, Vol. 32, No. 1, p. 33 – 51.
 Zelei A., 1971: On the design of numerical filters (Megjelenőben).

Lapszemle

Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj- és Földgáz, 5(105) évf. 4. 1972. április.

Szabó György: Helyzetkép a világ legmélyebb fúrásairól, 117. old. Az Egyesült Államokban Texasban, a Pecos County nevű helyen lemélyített 1 – 17. University jelű fúrási ponton 8867 m világrekordot jelentő mélységet értek el. A fúrás összköltsége, mintegy 3,75 millió dollár volt. Igen mély fúrást végeztek a Csendes Óceánban, Tokiótól kb. 1500 km-re déli irányban, ahol is 6194 m-es tengervíz alatt 377 m mélyen fúrtak a fenék alá, vagyis a munkapad alá 6571 m-re. Európában azonban már valamivel mélyebb tengeri fúrások is vannak (Parchim-1 az NDK-ban 7025 méterrel és a francia Nassiet – 1 6689 méterrel).

Árpási Miklós: Befejeződött a Hódmezővásárhelyi (Hód – I.) jelű nagymélységű fúrás mélyítése, 127. old.

Hidrológiai Közöny. 52. évf. 1 – 2. szám. 1972. január – február.

Vitális György: Magyarország földalatti és vízföldtani tömbszelvénye, 1 – 5 old.

T. G.

Egyesületi hírek



1972. február 18-án rendeztük meg a VOLGA SZÁLLÓBAN a 12. Záróülést, melyet a szokásos Baráti Találkozóval zártunk.

A 12. Záróülés napirendje:

Bese Vilmos: Elnöki megnyitó

Czeplédi István: Beszámoló az 1971. évi munkáról, valamint az 1972. évi munkaterv.

Az Eötvös Loránd Emlékérem átadása.

Emléklapok átadása

Ajándékok, jutalmak kiosztása.

Czeplédi István főtitkár beszámolója után a szakosztályok, vidéki csoportok, bizottságok vezetői kiegészítő tájékoztatást adtak az elmúlt időszak munkájáról, illetve az 1972. évi munkatervről.

Az 1972. évben az Eötvös Loránd Emlékérem Bizottság javaslatára

DR. KILCZER GYULA tagtársunknak ítelték oda az emlékérmeket az alábbi indokolás alapján:

Határozat

DR. KILCZER GYULA tiszteleti tag Eötvös Loránd Emlékéremmel való kitüntetésére:

Az Eötvös Loránd Emlékérem Bizottságot az Országos Elnökség 1971. június 10-i ülése választotta meg.

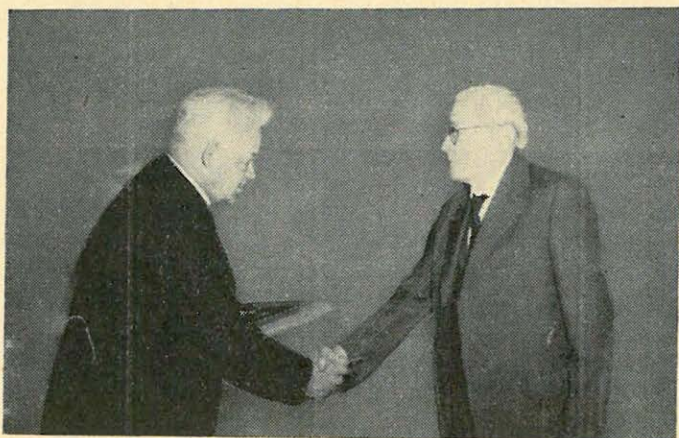
A Bizottság 1971. augusztus, majd szeptember hóban tartotta üléseit.

A Bizottság elnöke: *dr. Tárczy-Hornoch Antal* (E. L. Emlékérmes)

Titkára: *dr. Barta György* (E. L. Emlékérmes)

Tagjai: *dr. Ádám Antal, dr. Barlai Zoltán, dr. Csókás János, dr. Müller Pál, dr. Tolmár Gyula* tagtársak.

A lehetőségek mérlegelése után a Bizottság egyhangúlag javasolta „Élete munkásságáért” DR. KILCZER GYULA tiszteleti tagot a műszaki tudományok doktorát az Eötvös Loránd Emlékéremmel való kitüntetésre.



Részletes indoklás:

„Kilczer Gyula geofizikus működése során a szeizmika és a földmágnesség területén dolgozott. Széleskörű pedagógiai ismereteit az 50-es évek technikus képző tanfolyamain és a fiatal geofizikusok munkába állításakor nagy sikerrel alkalmazta.

A szeizmikus osztályon a mérések kiértékelésére fontos új szempontokat vezetett be és munkássága alapvetően elősegítette ennek a gazdasági és elvi szempontból fontos kutatási ágának a fejlesztését.

Nyugdíjba vonulása után mélyen szántó vizsgálatokkal rámutatott a geofizika számos területén alkalmazott Gauss-féle gömbfüggvény-sorfejtés elvi korlátaira. A matematikai szempontból kifogástalan Gauss-módszer ugyanis heterogén multipólusok összegeként állítja elő a vizsgált erőteret. Fizikus gondolkodásunk és a természeti valóság azonban megköveteli, hogy a megközelítésre alkalmazott multipólusok sorozata koherens legyen.

Kilczer Gyula nemcsak rámutatott a Gauss gömbfüggvény alkalmazásának elvi korlátaira, hanem megadta dolgozatában a megoldást is. Az 1945-ös földmágneses teret megközelítette a saját maga által alkotott koherens multipólus sorral és tárgyalta a két megközelítési módszer különbségeit. Ezzel nemzetközi fontosságú tudományos eredményt ért el.

Magasfokú szellemi munkájával elnyerte a tudományok doktora fokozatot. Kivételes példájával megmutatta az egész magyar geofizikus társadalomnak, hogy magasfokú eredményes szellemi munkát minden életkorban lehet végezni. Budapest, 1972. II. 2.

A javaslatot előterjesztette:

dr. Barta György E. L. Emlékérmes,
az Eötvös Emlékérem Bizottság titkára.

Egyesületi emléklapot kaptak:

Bádonyi Géza (Bp.)

Masszi Dénes (Pécs)

Szamos Géza (Bp.)

Bese Vilmos elnök jutalmat, illetve ajándékot nyújtott át egyesületi összekötőknek, vidéki csoportok vezetőinek, valamint a központi nagyobb rendezvények szervezési munkáiban – különös tekintettel a XVI. Szimpózium szervezési munkáiban – résztvevő tagtársaknak társadalmi munkáik elismeréseként az Egyesület szerény lehetőségeinek figyelembe vételével, az alábbi tagtársaknak: *Aczél Etelka, Bádonyi Géza, Bencze Pál, Deres János, Deézi Ferencné, Divéky Adorján, Egerszegi Pál, Elek István, Hartner Mihály, Horváth Ferenc, Hursán László, Kilczér Gyula, Kiss Bertalan, Lendvay Károly, Masszi Dénes, Meskó Attila, Neyer Karola, Németh Lajos, Rózsási Győző, Stegena Lajos, Szabó Klára, Szamos Géza, Szemerédy Pálné, Tóth Géza, Varga Géza, Verő József, Wallner Ákos, Zelei András, Zsitvay Szilárd.*

A 12. Záróülésen 98 fő vett részt – a családtagjaikkal együtt – Záróülés után a Baráti Vacsorán, mintegy 100 fő volt jelen.

U. Gy.-né

1972. április 20-án a Magyar Geofizikusok Egyesülete Automatizálási és Információfeldolgozási Bizottsága ankétot tartott a „Geofizikában alkalmazott hazai számítógépek” címen.

A résztvevők tájékoztatást kaptak az OKGT Geofizikai Kutatási Üzemében működő, első-sorban szeizmikus adatfeldolgozásra kifejlesztett amerikai számítógépekről, az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben üzemelő nagy memóriakapacitású és multiprogramozható univerzális szovjet számítógépről a MTA Számítóközpontjának nagy sebességű CDC-3300-as számítógépről és a soproni Geofizikai és Geodéziai Intézetnél működő kis kapacitású, első-sorban kutatási célokat szolgáló HP 2114 B számítógépről.

Az előadók a gépismertetésen kívül kitértek a geofizikai célú programok algoritmusainak ismertetésére is.

A délelőtti gépismertetésekkel délután vitaülés követte, amelyen igen sokan szóltak hozzá; az országban dolgozó összes geofizikai intézmény vezetője, valamint geofizikát alkalmazó vállalatok képviselői kifejtették problémáikat, jövő terveiket, ezzel is bizonyítva, hogy a számítógépek alkalmazása már jelenleg is forradalmi változást okoz a magyar geofizikai kutatásban, pedig még csak a kezdeti lépéseket tették meg.

Az ankét résztvevői megállapították, hogy a jövőben a legnagyobb súlyt a különböző számítógépes feldolgozás összehangolására helyezik.

Z. S. L.

W. A. HEISKANEN

tudományos dolgozatainak válogatott bibliográfiája.

Az izosztázia és a kéregszerkezeti kutatás világhírű tudósának, a Finn Geodéziai Kutató Intézet egykori igazgatójának, a Nemzetközi Izosztatikus Intézet alapító igazgatójának, a helsinki és az ohioi (USA, Columbus) egyetem professzorának, Egyesületünk tiszteletbeli tagjának tudományos dolgozataiból készült bibliográfiái válogatás.

1921.

1. Über den Einfluss der Gezeiten auf die säkuläre Acceleration des Mondes = An. Acad. Sci. Fennicae, Ser. A. XVIII. (2) pp. 1 – 84, 2 Karten, Helsinki.

1924.

2. Die Beobachtungsergebnisse der südfinnischen Triangulation in den Jahren 1920 – 1923 = Helsinki, pp. 1 – 235.
3. Topographisch – isostatische Reduktion der Lotabweichungen an den Dreieckspunkten der südfinnischen Dreieckskette = Helsinki. In: 1. pp. 219 – 231.
4. Untersuchungen über Schwerkraft und Isostasie = Helsinki pp. 1 – 96; 1 Karte. (Angolra fordította V. Pelts, Survey of India, 1928.)

1925.

5. Die Airysche isostatische Hypothese und die Schweremessung = Zeitschr. f. Geophysik I : 6.

1926.

6. Schwerkraft und isostatische Kompensation in Norwegen = Helsinki, pp. 1 – 33, 1 Karte.
7. Die Erddimension nach den europäischen Gradmessungen = Helsinki, pp. 1 – 26.
8. Zur isostatischen Kompensation der Randsenkungen der Kettengebirge = Geolog. Rundschau B. XVII. Heft. I.
9. Über die Erddimensionen = Vierteljahrsschrift der Astronom. Ges. 61 : 3 – 4.

1927.

10. Die Erdkrustendicke nach den Schwereanomalien = Zeitschr. f. Geophys. II : 5.
11. Schwerkraft und isostatische Kompensation in Japan = Zeitschr. f. Geophys. III : 5.

1928.

12. Ist die Erde ein dreiachsiges Ellipsoid? = Gerlands Beitr. B. XIX. Heft 4. pp. 356 – 377.

1929.

13. Die isostatische Reduktion und die Erddimensionen = Astronom. Nachr. B. p. 237.
14. Die Beobachtungsergebnisse der Triangulationen in den Jahren 1926 – 1928 = Helsinki, pp. 1 – 139; 1 Karte.
15. Die Basis Maaninka und ihr Vergrößerungsnetz = In: 13. pp. 81 – 114.
16. Über die Elliptizität des Erdäquators = Helsinki, pp. 1 – 18.

1930.

17. Die Undulationen des Geoids und die Schwereanomalien = Gerlands Beitr. Bd. 26.

1939.

18. Finnisches Geodätisches Institut 1918 – 1938 = Helsinki, pp. 1 – 126; 2 Karten.
19. Professor Ilmari Bonsdorff 60 Jahr = In: 17. pp. 7 – 14.
20. Isostatic investigations of the Geodetic Institute = In: 17. pp., 101 – 110.
21. On the isostatic equilibrium of the earth's crust = Proc. of the 6th Pacific Science Congress, I. pp. 165 – 173, Berkeley 1939.
22. Catalogue of the isostatically reduced gravity stations = Publ. Isost. Inst. No 5, Helsinki 1939.
23. Report on Isostasy for the Washington Assembly of the IUGG, 1939.

1941.

24. Das isostatische Gleichgewicht der Erdkruste = Beszámoló a MÁFI vitaüléseiről I. (német nyelvű kt.) Budapest, pp. 1 – 16. 2. Abb.
25. Über die Struktur und Figur der Erde = Gerlands Beitr. B. 57. pp. 132 – 170.
26. (With E. Niskanen): World maps for the indirect effect of the undulations of the geoid on gravity anomalies: Publ. Isost. Inst. No 7, Helsinki 1941.

27. On the Figure and structure of the Earth: Publ. Isost. Inst. No 8, Helsinki 1941.
28. Über die finnischen Arbeiten zum Problem der Isostasie = Geolog. Rundschau, B. 32, pp. 563–574, 1941.
1944.
29. Die Schwereanomalien auf den Japanischen Inseln und östlich derselben = Tätigkeit d. BGK 1942–43, Helsinki 1944.
1945.
30. The gravity anomalies on the Japanese Islands and in the waters east of them = Publ. Isost. Inst. No 15, Helsinki 1945.
1947.
31. A Contribution of the Isostatic Institute, Helsinki, to the Adjustment of the European Triangulation = Bull. géod. N. S.
32. On the geoid study of the International Isostatic Institute Bull. géod. N. S. No 7, pp. 50–54, 1948.
1949.
33. (With I. Sala) The topographic-isostatic reduction of gravity anomalies by the aid of small scale maps = Publ. Isost. Inst. No 21, Helsinki 1949.
34. On the determination of the geoid = Activities of the Fin. Geod. Inst. until 1949. Helsinki, pp. 45–54.
1950.
35. General Report on Isostasy for the General Assembly of the IUGG, Oslo, Part II.
36. Isostatic Studies in various countries = Bull. Géod. N. S. No 17, pp. 235–244, 1950.
37. On the isostatic structure of the earth's crust = Publ. Isost. Inst. No 24, Helsinki 1950.
38. La figure de la terre = Bollettino di Geodesia No 2, pp. 161–166, 1950.
39. L'importanza scientifica delle anomalie gravimetriche = Bollettino di Geodesia No 2, pp. 166–171, 1950.
40. The practical significance of the geoid determinations = Geof. pura e appl. XVIII. 1950.
41. The Finnish 864 m-long Nummela standard base line measured with Väisälä light interference comparator. = Bull. géod. N. S. No 17, pp. 294–298, 1950.
42. Obituary (Nekrolog): Professor Toivo Ilmari Bonsdorff = Bull. géod. N. S. No 19, pp. 98–103, 1951.
1951.
43. Report on Isostasy for the General Assembly of the IUGG, Brussels, 1951.
44. On the world geodetic system = Veröff. d. Finn. Geod. Inst. 39, pp. 1–25. Helsinki.
- 44/a Ugyanez: Publ. 25. Isostatic Inst. IAG. Helsinki.
- 44/b Ugyanez: Publ. 1. Inst. Geodesy, Photogrammetry,
Cartography. Columbus, Ohio; Intern. Hydrogr. Rec. pp. 1–25. Ohio, 1953.
1952.
45. On the Geodetic Control Systems = Geofiz. pura e appl. 22.
46. Les déterminations de géoïde par les anomalies de la pesanteur = Isostasie. Tr. d. AIG, Tome 17, 1952.
1953.
47. The Geophysical Applications of Gravity Anomalies = Trans. Amer. Geophys. Union, Vol. 34, No 1, 1953.
48. Isostatic reductions of the gravity anomalies by the aid of high-speed computing machines. = Publ. Isost. No 28, Helsinki 1953.
1954.
49. Relative Significance of the different Methods of Modern Geodesy = Trans. Amer. Geophys. Union, Vol. 35, No 6, 1954.
50. Report on Isostasy for the Rome Assembly of the IUGG, 1954.
1955.
51. Intercontinental Connection of Geodetic Systems = Intern. Hydrographical Review, May, pp. 3–18, 1955.
1956.
52. Gravity and Geodesy = Journ. Geophys. Research, Vol. 61, No 2, pp. 381–383, 1956.
53. (U. A. Uotila-val): Gravity Survey of the State of Ohio = Publ. No 6, of Inst. Geod. Photogr. Cartogr., Ohio State University. Columbus 1956.
1957.
54. The Columbus Geoid = Trans. Amer. Geophys. Union, Vol. 38, No. 6., pp. 824–848, 1957.

55. Report on Isostasy for the Assembly of IUGG, Toronto. 1957.
 56. Activity of the Isostatic Institute of the IAG in 1936 - 1956 = Bull. géod. N. S. No 46, pp. 53 - 59, 1957.
 57. Report on the Activity of the Study Group No 11. concerning the Geophysical Applications of the Gravity Anomalies = Bull. géod. N. S. No 46, pp. 60 - 64, 1957.
 58. (U. A. Uotila-val): Some Recent Studies on Gravity Formulas = Contributions in Geophysics, In Honor of Beno Gutenberg, Pergamon Press, 1958.
 59. (F. A. Vening-Meinesz-szel): The Earth and its gravity field. McGraw-Hill Co, New York, 1958.
 60. Achievements and limitations of the gravimetric methods in geodesy = Deutsche Geod. Komm., Reihe A, Heft 32, 1959.
 61. (With E. Niskanen, P. Kärki): Topographic-isostatic reduction maps for Europe and the North Atlantic in the Hayford zones 18 - 1 for the Airy-Heiskanen system, T = 30 km and 20 km = Publ. Isost. Inst. No 31, Helsinki 1959.
- 1960.
62. Finnish Geodetic Research, Public lecture at the XII. General Assembly of the IUGG in Helsinki = Helsinki 1960.
 63. Die letzten Untersuchungen über die Gestalt der Erde = Sitzungsberichte d. Finn. Akad. Wiss. 1959. Helsinki 1960.
 64. Latest Achievements of Physical Geodesy = Journ. Geophys. Research. Vol. 65, No 9, 1960.
 65. Gravity Anomaly Field in High Elevations = Reports of the Inst. Geod. Photogr. Cartogr. No 12, Ohio State University, 1960.
 66. Results obtained by the Columbus Group in the Determination of the Figure of the Earth and its Gravity Field = Bollettino di Geodesia, Anno XIX. No 4, 1960.
 67. Problems and Achievements of the Physical Geodesy. Boletim da Univ. do Parana, Geodésia, No 1, Curitiba 1961.
 68. (P. Kärki-vel és L. Kivioja-val): Topographic-isostatic reduction maps for the Worlds for the Hayford zones 18 - 1, Airy-Heiskanen System, T = 30 km = Publ. Isost. Inst. No 35, Helsinki 1961.
- 1962.
69. On the Activity of the Isostatic Institute of the I. A. G. and of the World-wide Gravity Project of Columbus, Ohio, in Physical Geodesy = Bull. Géod. N. S. No 63, pp. 95 - 104, 1962.
 70. Reduction Methods of Gravity Data Applied and Studied by the Columbus Group. Bull. Géod. N. S. No 63, pp. 53 - 55, 1962.
 71. Is the Earth a Triaxial Ellipsoid? = Journ. Geophys. Research, Vol. 67, No 1, 1962.
 72. Report on Gravimetric Computation of the Geoid and of the Gravity Anomaly Field and Related Quantities in high Elevations, presented at the XII Assembly of the IUGG = Rapports Généraux, Tome 21, 1962.
 73. Some recent gravimetric studies on the Isostasy and the thickness of the Earth's Crust = Eötvös Loránd Geofiz. Intézet, Geofiz. Közl. X, pp. 79 - 89, 1962.
- 1963.
74. Die neuesten Erkenntnisse der physikalischen Geodäsie = Zeitschr. f. Verm. 88, pp. 283 - 294. 1963.
 75. Activity of the Columbus Geodetic Group in Physical Geodesy since 1960 = Publ. Isost. Inst. No 41, Helsinki 1963.
 76. Potentialities of Satellite Geodesy and Physical Geodesy. Proceedings of the First International Symposium on the Use of Artificial Satellites for Geodesy, held in Washington D. C., April 26 - 28, 1963.
 77. Geodetic Standard Base Lines and the Dimensions of the Earth = Bollettino di Geodesia Anno XXII, No 4, pp. 451 - 468, 1963.
- 1964.
78. (With H. Moritz and Ivan Mueller): Research directed toward a Feasibility Study dealing with the Integration of Gravity Data = Reports of the Inst. Geod. Photogr. Cartogr. No 31, Ohio State University, 1964.
 79. (With H. Moritz) Methods of Physical Geodesy = Reports of the Inst. Geod. Photogr. Cartogr. No 32, Ohio State University, 1964.
 80. Present Problems of Physical Geodesy = Publ. Isost. Inst. No 49, Helsinki 1964.
- 1967.
81. (With Helmut Mortz): Physical Geodesy. W. H. Freeman & Co, San Francisco, 1967.
- Készült a Geodeettinen Laitos (Finn Geodéziai Intézet) kiadványai alapján. B. L.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>М. Тромбик, В. Зуберек</i> : Применение геофизических методов для решения некоторых проблем угольной промышленности и связанные с этим вопросы автоматизации исследований	65
<i>Я. Варга</i> : Интерпретация данных гк с учетом изменения диаметра скважины, состава бурового раствора и плотности горных пород с использованием ЭВМ ...	72
<i>Л. Морваи — Б. Виола</i> : Применение селективного ГГК в рудных скважинах	84
<i>М. Улман — Й. Пельцел — Г. Зейферт — Г. Кромпхольц</i> : Автоматический ультразвуковой зондаж	90
<i>Й. Шефара</i> : Интерпретация вертикальных границ плотности по карте аномалий поля силы тяжести с использованием ЭВМ	96
<i>И. Хас</i> : Трехмерная интерпретация гравитационных и геомагнитных аномалий	104
<i>Л. Хедьмеги — П. Варга</i> : Цифровая запись и обработка данных о земных приливах	112
<i>А. Мешко — И. Шульовски</i> : Сопоставление полосной фильтрации, проведенной в диапазонах частоты, времени и z	116
<i>В. А. Геисканен</i> : Селекционная библиография	126
Новости в обществе Венгерских Геофизиков	123, 125
Обсуждение книги и обзор журналов	71, 89, 111, 115

INHALTSVERZEICHNIS

<i>M. Trombik — V. Zuberek</i> : Anwendung geophysikalischer Methoden zur Lösung einiger Fragen der Kohlenindustrie und die damit zusammenhängenden Probleme der Erkundung	65
<i>J. Varga</i> : Maschinelle Interpretation von Gamma-Karottage-Daten, wobei die Änderungen des Bohrlochdiameters, des Bohrschlammes und der Gesteinsdichte in Betracht gezogen werden	72
<i>L. Morvai — B. Viola</i> : Anwendungen des selektiven Gamma-Gamma Verfahrens bei Erzkundungsbohrungen	84
<i>M. Uhlmann — G. Krompholz — G. Seifert — J. Pelzel</i> : Automatische Ultraschall-Bohrlochsonde	90
<i>J. Šefara</i> : Interpretation der vertikalen Dichtegrenzen von der Karte der Schwereanomalien mit Hilfe des Rechenautomaten	96
<i>I. Haáz</i> : Dreidimensionale Interpretation von Gravitations- und Erdmagnetischen-Anomalien	104
<i>L. Hegymegi — P. Varga</i> : Digitale Registrierung und Bearbeitung der Erdgezeiten	112
<i>A. Meskó — I. Szulyovszky</i> : Vergleich der Bandfilterung ausgeführt im Frequenz-Zeit und Z -Gebiet	116
<i>W. A. Heiskanen</i> : Ausgewählte Bibliographie seiner Arbeiten	126
Rezensionen und Presseschau	71, 89, 111, 115
Nachrichten der Gesellschaft	123, 125

A MACHINOEXPORT KÉT ÉVTIZEDE A VILÁGPIACON



A MACHINOEXPORT ajánlja:

A „POISZK—1—6/12—ASZM—OV” típusú kisméretű oszcillografikus és mágneses jelrögzítéssel dolgozó szeizmikus állomást.

- Érclelőhelyek kutatásához és mérnök-geológiai mérésekhez alkalmazható.
- A mágneses jelrögzítést analog formában hat azonos regisztráló csatorna segítségével, az oszcillografikus jelrögzítést tizenkét csatorna segítségével valósítja meg.
- Adatai:
 - a nyitott csatorna áteresztősávja 5—125 Hz
 - a csatorna érzékenysége 20 mm/mikrovolt
 - a szeizmikus jelrögzítés dinamikus sáv szélessége 26 dB
- Terepjáró gépkocsira szerelhető.